

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Departamento de Astronomia

PAULO ROBERTO FERREIRA

**A ASTROBIOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

São Paulo
2017

PAULO ROBERTO FERREIRA

**A ASTROBIOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

Dissertação apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Amâncio Cesar Santos Friaça

Versão Corrigida. O original encontra-se disponível na Unidade.

São Paulo
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Dedico este trabalho ao meu amigo Jorge... Pena que ele não leu o que foi escrito aqui.

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre me ajudou nos momentos difíceis. Em especial, aos meus Tios Vanildo e Lindalva por me aceitarem em sua casa durante todo o curso, mesmo quase não sabendo quem sou. Espero ter deixado coisas boas.

Ao Prof. Dr. Amâncio, que nos anos de convivência, muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual e também pela atenção e apoio durante o processo de definição e orientação.

Aos meus amigos e colegas, Gil Henrique, Tawana Teles e Zé Antônio pela colaboração para a criação do jogo Disparada para Marte.

Aos meus colegas do curso de mestrado pelo convívio e pela amizade. Em especial ao meu amigo Júlio (Nas Estrelas).

Ao Colégio Módulo pela oportunidade de trabalho e também por colocar a disposição toda a sua estrutura para atividades como está que será relatada. Aos alunos de lá também, em especial, aos que participaram desta pesquisa, pela confiança e amizade.

Ao meu irmão, Carlos Henrique, que é o meu maior fã.

“As naves pairavam no céu da mesma forma como os tijolos não o fazem.”
Douglas Adams

RESUMO

Este projeto de pesquisa explora o potencial da Astrobiologia como ferramenta de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A presente proposta tem uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar, uma vez que a ACT exige o envolvimento e a integração de diferentes campos do conhecimento, superando as barreiras disciplinares. Nessa perspectiva, a educação científica deve começar com atividades problematizadoras com temas capazes de relacionar e conciliar diferentes esferas da vida, permitindo-nos observar as ciências e seus produtos como elementos presentes na nossa existência cotidiana e, portanto, intimamente ligados às nossas vidas. A busca pela desfragmentação do conhecimento está presente explicitamente na Astrobiologia, que se apresenta como multidisciplinar em seu conteúdo e interdisciplinar na sua execução, justificando assim a escolha da Astrobiologia como o eixo desse projeto pedagógico. Por outro lado, Gerard Fourez elaborou uma metodologia de ACT, a construção de Ilhas interdisciplinares de Racionalidade (IIRs), visando o estabelecimento de conexões significativas entre modelos científicos e a vida cotidiana. O presente projeto de ACT reuniu as contribuições da Astrobiologia e IIRs e conduziu práticas educativas baseadas na construção de IIRs com temas astrobiológicos, resultando na produção de um guia didático, um jogo de tabuleiro e uma simulação de um encontro científico, que representam ricos recursos didáticos pedagógicos para a ACT.

Palavras-Chave: Alfabetização Científica e Tecnológica, Astrobiologia, Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade, STEM.

ABSTRACT

This research project explores the potential of Astrobiology as a tool of Scientific and Technological Literacy (STL). The present proposal has an interdisciplinary and transdisciplinary approach, since the STL requires the involvement and integration of different fields of knowledge, overcoming disciplinary barriers. Within this perspective, science education must start from problematizing activities with themes, able to relate and reconcile different spheres of life, allowing us to look at the sciences and their products as elements present in our day-to-day existence, and, therefore, closely connected to our lives. The search for knowledge defragmentation is explicitly present in Astrobiology, which presents itself as multidisciplinary in its content and interdisciplinary in its execution, thus justifying the choice of Astrobiology as the axis of this pedagogical project. On the other hand, Gerard Fourez have elaborated a STL methodology, the building of Interdisciplinary Islands of Rationality (IIRs), aimed at establishing meaningful connections between scientific models and everyday life. The present STL project has brought together the contributions of Astrobiology and IIRs and conducted educational practices based on the building of IIRs with astrobiological themes, resulting in the production of a didactic guide, a board game and a simulation of a scientific meeting, which represent rich didactic-pedagogical resources for STL.

Keywords: Scientific and Technological Literacy, Astrobiology, Interdisciplinary Islands of Rationality, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, STEM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Primeira atividade com o jogo Disparada para Marte (1ª edição).	6
Figura 2 - Participantes do minicurso jogando Disparada para Martena II Semana das Licenciaturas/VII Semana de Ciências da Natureza.....	7
Figura 3 - Métodos de detecção de exoplanetas. As detecções são de The Extrasolar Planets Encyclopaedia (EXOPLANET.EU, 2017), atualizadas em 3 de fevereiro de 2017, superpostas na Figura 1 de Perryman (2003).	18
Figura 4 - Zona habitável para estrelas da sequência principal de diversas massas. Figura de Kaltenegger & Selsis (2007) e Lammer et al. (2009) com dados de Kasting et al. (1993) e Forget & Pierrehumbert (1997), apud Forget (2013).	20
Figura 5 - A Tabela Periódica dos Astrônomos. A área do quadrado correspondente à cada elemento químico é proporcional à sua abundância cósmica. Fonte: McCall 2006.....	24
Figura 6 - Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica segundo Sasseron e Carvalho (2011).	31
Figura 7 - Esquema didático dos elementos da Noosfera.....	45
Figura 8 - Mapa conceitual da TD (CASTRO, 2012).	46
Figura 9 - Jogo Arrumando as Malas para ir a Marte (ATHAYDE, p. 31, 2015).....	52
Figura 10 - Tabuleiro do Jogo uma Trilha em Busca de Seres Vivos (ATHAYDE, p. 33, 2015).....	52
Figura 11 - Tabuleiro da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).	54
Figura 12 - Cartão de comando da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).....	54
Figura 13 - Construção dos pinos para jogo (a)/pino (b) da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).	55
Figura 14 - Logo do Disparada para Marte.	55
Figura 15 - Tabuleiro da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).	56
Figura 16 - Cartão de comando da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).	56
Figura 17 - Pino da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).	56
Figura 18 - Dado da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).....	56
Figura 19 - Percentual das idades dos alunos participantes do ENAPE.....	67
Figura 20 - Relação dos alunos que acreditam na existência de vida fora do planeta Terra. ..	67
Figura 21 - Percentual de alunos que acreditam em vida inteligente fora da Terra.	68
Figura 22 - Concepções de vida dos participantes do ENAPE.	69
Figura 23 - O signo peirceano é uma relação triádica, segundo Coutinho (2005).	70

Figura 24 - Fatores essenciais para o desenvolvimento da vida segundo os participantes do ENAPE.	73
Figura 25 - Melhores alternativas de colonização do homem em outros corpos celeste no Sistema Solar.	74
Figura 26 - Melhores alternativas de colonização do homem em outros corpos celeste fora do Sistema Solar.	74
Figura 27 - Participantes do ENAPE utilizando o jogo Disparada para Marte.	77
Figura 28 - Percentual de aprovação do ENAPE.	85
Figura 29 - Nível de dificuldade para realização das atividades propostas pelo ENAPE.	85
Figura 30 - Nível de aprovação do tempo para julgar os resumos submetidos ao ENAPE.	87
Figura 31 - Percentual de alunos que concordaram com o parecer do grupo.	87
Figura 32 - Nível de aprovação do jogo Disparada para Marte.	89
Figura 33 - Mudança conceitual de vida decorrente a participação do ENAPE.	90
Figura 34 - (a) Cartaz do Icloc Jovem 2016. (b) Representantes das turmas participantes do ENAPE apresentando suas impressões do evento fictício ao 2º Icloc Jovem Singularidade.	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos seres extremófilos (adaptação Maia; Dias, 2012).	23
Quadro 2 - Etapas do ENAPE (Ilhota Interdisciplinar).....	59
Quadro 3 - Comparativo entre a seqüência de etapas do ENAPE com as de Fourez.	60
Quadro 4 - Questões da tempestade de ideias (R1 - TA).	76
Quadro 5 - Questões da tempestade de ideias (R2 - TB).	76
Quadro 6 - Eixos estruturantes elaborados pelos participantes do ENAPE.....	76
Quadro 7 - Parecer da comissão Técnico-Científica (TA).	82
Quadro 8 - Parecer da comissão Técnico-Científica (TB).	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
EB	Educação Básica
EM	Ensino Médio
ENAPE	Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais
IFNMG	Instituto Federal do Norte de Minas
IIR	Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade
INS	Instituto Nacional de Satélites
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MEC	Ministério da Educação
MPEA	Mestrado profissional em Ensino de Astronomia
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
Pibid	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
R1	Resumo 1
R2	Resumo 2
SEB	Secretaria de Educação Básica
SETI	<i>Search for Extraterrestrial Intelligence</i>
TA	Turma A
TB	Turma B
TD	Transposição Didática
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I – INDICADORES E MOTIVAÇÕES PARA O ESTUDO.....	4
1.1. Motivação	4
1.2. Indicadores Iniciais	5
1.3. Problematização	7
CAPÍTULO II – ASTROBIOLOGIA	9
2.1. Compreendendo o Cosmo.....	9
2.2. Consolidando o Estudo	11
2.2.1. <i>Exoplanetas</i>	15
2.2.2. <i>Extremófilos</i>	21
2.2.3. <i>Da Astroquímica à Astrobiologia</i>	24
CAPÍTULO III – COSMOEDUCAÇÃO	27
CAPÍTULO IV – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	29
CAPÍTULO V – ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE.....	34
5.1. Tipos de Ilhas de Racionalidade	36
5.2. Etapas para a Construção de uma IIR.....	36
CAPÍTULO VI – ASTROBIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	40
6.1. Estudos Relacionados	40
6.2. Transposição Didática.....	43
6.2.1. <i>Os Níveis do Saber</i>	44
6.2.2. <i>Noosfera</i>	45
6.2.3. <i>Como o saber sobrevive</i>	46
6.2.4. <i>Regras da TD</i>	47
6.3. Transpondo a Astrobiologia.....	49
6.4. Jogos no Ensino de Ciência	51
6.5. Disparada para Marte	53
CAPÍTULO VII – METODOLOGIA DE PESQUISA.....	58
7.1. Definição dos Envolvidos	58
7.2. Ilhota produzida: Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE).....	59
7.2.1. <i>Abertura do ENAPE (Questionário 1)</i>	61
7.2.2. <i>Entrega dos Resumos e Tempestade de ideias</i>	62
7.2.3. <i>Trabalho de Campo</i>	63

7.2.4. Esquema Geral da Situação	63
7.2.5. Parecer dos Resumos (Questionário 2).....	64
CAPÍTULO VIII – ANÁLISE DOS DADOS.....	66
8.1. Da Abertura do ENAPE.....	66
8.2. Da Entrega dos Resumos e Tempestade de Ideias.....	75
8.3. Do trabalho de Campo	77
8.4. Da Esquematização Geral da Situação	78
8.5. Do Parecer dos Resumos	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS	96
ANEXO A – Questionário Introdutório	102
ANEXO B – Questionário Final.....	112
APÊNDICE A – Orientações de Uso do Disparada para Marte.....	122
APÊNDICE B – 1º Circular do Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE).....	125
APÊNDICE C – Resumo 1 (ENAPE)	126
APÊNDICE D – Resumo 2 (ENAPE).....	127
APÊNDICE E – Origem do Resumo 1 (ENAPE).....	128
APÊNDICE F – Origem do Resumo 2 (ENAPE)	129
APÊNDICE G – Resumo produzido pelos alunos participantes do ENAPE para submissão Icloc Jovem 2016.....	130

INTRODUÇÃO

Atualmente é cada vez mais difícil instigar os alunos a gostarem de ciência, principalmente com os métodos tradicionais de ensino que ainda são presentes em nossas escolas. A grande maioria dos docentes concorda com a necessidade de inserção de práticas e métodos mais atuais de ensino, mas sempre se esbarra em grandes dificuldades cotidianas, como grande número de aulas e alunos, salas mal equipadas, desvalorização da carreira, entre outros. Vários desses pontos mereceriam ser destacados e serem objetos de pesquisas específicas, e atacar todos de uma só vez seria repleto de dificuldades em vista da compartimentalização que afeta a educação. Então, como trabalhar efetivamente na modernização das nossas práticas educacionais? Se desejarmos encarar esse desafio, talvez essa modernização deva ser no currículo, com a inserção de conteúdos mais atuais de ciência, um objetivo que se mostraria mais palpável e viável para nós, professores atarefados e tão envolvidos com as exigências das nossas escolas.

Agora a discussão se pauta em que conteúdo ensinar e como este pode de fato favorecer os interesses dos alunos e desenvolver as competências e habilidades exigidas pelos currículos comuns. É evidente que a escola não consegue ter o mesmo ritmo da ciência, e esse fato é extremamente importante, já que se acredita que a escola deve ser um meio (entre outros) que possa levar as pessoas a conhecer o mundo em que vive, transmitindo e fornecendo conhecimentos básicos necessários para a construção do cidadão.

A discussão sobre o “novo” conteúdo a ser ensinado certamente não é de responsabilidade exclusiva do professor, mas sim de toda a comunidade escolar. Mas isso não deve ser um fator limitador para o professor, pois sua própria reflexão a cerca do assunto pode ser um diferencial, em vista de sua prática na sala de aula, permitindo vislumbrar possibilidades de impulsionar tendências que se mostram potencialmente relevantes para definir uma melhor maneira de ensinar ciências.

Dentro dessa perspectiva, o presente trabalho busca contribuir para a reflexão de inserção de novos conteúdos no ensino de ciência, no sentido de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) de nossos estudantes. É fato que os aparatos científicos e tecnológicos preenchem nosso cotidiano, apresentando-nos constantemente novas questões, fazendo com que o exercício da cidadania implique, necessariamente, posicionar-se diante da ciência e da tecnologia. Infelizmente, em muitas das nossas instituições de ensino, talvez em

sua grande maioria, pressupõe-se uma atitude passiva dos alunos que não favorece a criatividade, a inovação e a transformação de conhecimento em riquezas.

Ciente dessa realidade, o presente trabalho, propõe atividades cujo objetivo central é ampliar a compreensão do papel que as ciências e seus conhecimentos representam para nossa sociedade. Para tanto, esta proposta têm enfoque interdisciplinar, pois se acredita na necessidade do envolvimento de diferentes campos de conhecimento, além de diversas parcerias, quando se almeja à ACT.

Partindo desses pressupostos e reconhecendo que várias são as estratégias possíveis de serem tomadas pelos professores para que a reflexão citada se concretize, as atividades aqui propostas baseiam-se no questionamento e conhecimento da vida, não só aqui na Terra, mas em todo o cosmo, como prática interdisciplinar no ensino de ciência. Nos últimos anos, a astrobiologia tem buscado respostas a essas questões.

Astrobiologia? Sim! Nesses últimos anos, estamos vivendo os mesmos dias apaixonados que outrora a sociedade viveu com o estabelecimento da dinâmica Newtoniana e os postulados relativísticos de Einstein. Neste momento, estamos dando novos passos em direção a novos campos do conhecimento humano, repetidamente são encontrados novos planetas potencialmente semelhantes à Terra, identificadas moléculas orgânicas em regiões do espaço e descobertos seres extremófilos. Com efeito, a sociedade deveria ter uma participação no entusiasmo trazido por esses achados, e, como visto anteriormente, a escola é um meio de se fazer isso.

A astrobiologia é um empreendimento transdisciplinar, que envolve pesquisadores de várias áreas, não só reunindo as suas competências, mas também expandindo as competências dos envolvidos no estudo astrobiológico (SANTOS et al., 2016). Ela recorre a diversas áreas da ciência para compreender uma situação complexa: a origem da vida, a sua evolução e a sua distribuição no Universo (NASA, 2013). Ademais, a Astrobiologia coloca, em uma perspectiva da vida no Universo como um todo, a responsabilidade da humanidade com o cuidado da Terra assim como de outros mundos. Como assinala o *NASA Astrobiology Roadmap* (DES MARAIS, 2008), a Astrobiologia tem consequências profundas para a ecologia e ética ambiental:

A Astrobiologia incentiva o cuidado planetário através de uma ênfase na proteção contra contaminação biológica direta e posterior e reconhecimento de questões éticas associadas à exploração. (*NASA Astrobiology Roadmap*, 2º Princípio)

A Astrobiologia é uma tentativa de resposta contemporânea a aspirações da sociedade humana de compreender a vida e de se situar no universo com uma pluralidade de mundos, muitos deles possivelmente habitados, e as consequências profundas da descoberta da vida extraterrestre para a humanidade:

A Astrobiologia reconhece um amplo interesse da sociedade em seus esforços, especialmente em áreas como alcançar uma compreensão mais profunda da vida, buscar biosfera extraterrestre, avaliar as implicações societárias de descobrir outros exemplos da vida e imaginar o futuro da vida na Terra e no espaço. (*NASA Astrobiology Roadmap*, 3º Princípio)

Certamente existe uma quantidade de trabalhos voltados para essa temática, porém há também resistências por parte da comunidade escolar, já que deparamos com uma proposta científica dotada de princípios de natureza interdisciplinar, bem distante do cotidiano escolar. Assim, para facilitar a aproximação dos modelos científicos com a realidade do dia a dia de forma significativa o presente trabalho pretendeu construir uma prática baseada no desenvolvimento de projetos segundo a metodologia da construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) proposta por Fourez (1994), na perspectiva de uma ACT.

O processo interdisciplinar proposto é um modelo pedagógico que fornecerá um quadro que permitirá um estudo de questões para as quais uma abordagem disciplinar é muito restrita. Ele propõe um método para aprender a pensar orientado por projetos, como fazem os engenheiros, os astrofísicos e, no fim das contas, todos nós quando enfrentamos as situações concretas que encontramos no cotidiano.

Esta dissertação encontra-se estruturada em oito capítulos. Nos seis primeiros procura-se estabelecer os referenciais teóricos. Desse modo, serão tratados, além do aspecto histórico da astrobiologia, suas características e os aspectos metodológicos da sua inserção na Educação Básica (EB). No sétimo e oitavo capítulo, delineia-se a pesquisa de campo realizada em uma escola da rede privada do Estado de São Paulo. Detalha-se a metodologia de pesquisa, assim como a análise dos resultados. No final da dissertação, apresentam-se as expectativas e os comentários finais deste trabalho.

CAPÍTULO I – INDICADORES E MOTIVAÇÕES PARA O ESTUDO

Neste capítulo, procura-se justificar o trabalho, e indicando as atividades que deram base para sua formulação, além de estabelecer os objetivos da pesquisa.

1.1. Motivação

O ano de 2012, ainda como estudante do curso de Licenciatura em Física pelo IFNMG – câmpus Salinas, foi o ano do primeiro contato com a astrobiologia, em um curso oferecido pela tradicional Escola de Verão do Instituto de Física da USP. Foi uma grande experiência, que proporcionou uma nova visão sobre a vida e as coisas que a envolve.

Na atualidade, crianças e adolescentes mantêm um contato muito próximo sobre as possibilidades de vida em outras regiões do espaço, muito pelos desenhos animados, filmes, jogos e histórias em quadrinhos, que são explorados pelas indústrias cinematográficas. Algumas das histórias encontradas nesses gêneros apresentam seres de outros mundos predestinados a conquistar o planeta Terra, mostrando uma visão egocêntrica que sempre perpetuou na história da civilização humana, antes como centro do universo e agora como região importante para seres alienígenas. Esse recorte é bastante simplista em relação ao modo de como o homem se enxerga perante o cosmo, mas mostra uma mudança importante, em que o pensamento solitário é mudado para a crença de outros seres na vastidão do universo em sintonia com os achados científicos.

Mas ainda é pouco, abarca-se nesse trabalho a contemplação do universo em sua totalidade, enxergando as profundas relações entre o homem e o ambiente, entre os homens e entre também aos outros animais. No intuito de poder se tornar parte disso, deixando de conhecer o ambiente como um reservatório de utensílios ao nosso serviço. Pensamento construído durante a palestra sobre astrobiologia, ancorando ainda, a ideia de que o ensino de ciência poderia alcançar o mesmo grau de fascinação proporcionada pelos gêneros mencionados, sendo subsidiada pelos pressupostos da astrobiologia.

Além da fascinação que a astrobiologia pode gerar na EB, ela ainda transmite, de modo espontâneo um conceito contrário ao modo compartimentalizado de como a ciência é tratada nas escolas, muito pela sua formação interdisciplinar – esse aspecto será melhor explorado no capítulo 2.

O conhecimento da obra de Medeiros (2006) também incentivou a ideia da inserção da astrobiologia em prol de uma melhoria no ensino de ciência. Em sua obra, ela argumenta que (MEDEIROS, p.17, 2006):

A condição de distanciamento do ser humano moderno do ambiente em que vive, incluindo a natureza, o céu, os outros seres e suas inter-relações, tem causado graves problemas de ordem diversas, com sérias implicações para o equilíbrio pessoal e planetário. Vivemos um momento de crise generalizada, especialmente devido aos desequilíbrios ambientais e culturais, provocada por um modo fragmentado e reducionista de perceber a nós mesmo e ao mundo. [...].

Na busca pela autonomia dos indivíduos frente ao mundo fragmentado e reducionista em que vivem e, portanto, mesmo fazendo apelo às disciplinas específicas tradicionais, é preciso escolher estratégias que privilegiem esta orientação. Nesse sentido, a autora toma partido de uma **Cosmoeducação** que poderia ser um dos objetivos almejados por indivíduos autônomos. Assim, tomará o partido neste trabalho de utilizar a astrobiologia como uma maneira de educar os nossos alunos “cosmoeducativamente”, pois, parafraseando FRIAÇA (2015b), a astrobiologia é um antídoto contra o big bang disciplinar.

Entretanto, não podemos obrigar ou introduzir forçosamente a astrobiologia com a pretensão de um ensino de ciências de qualidade; precisamos, ainda, nos perguntar sobre seus objetivos e os caminhos que devemos seguir em nossas salas de aula. As possibilidades para os cursos de ciências são grandes. É pensando e refletindo sobre a ciência que os alunos poderão no futuro enfrentar novos obstáculos, mesmo estando trabalhando em áreas completamente distantes do meio científico. Que saibam ainda dialogar com seus pares e que adquiram domínio de conhecimento para poder tomar decisões responsáveis frente às situações do seu cotidiano. Assim, trazer a reflexão da ciência para a sala de aula é tarefa de todos os professores envolvidos com a educação científica.

1.2. Indicadores Iniciais

Depois da participação na Escola de Verão do Instituto de Física da USP, a criação de atividades que envolviam a temática da astrobiologia começou a ser idealizadas junto a alguns colegas do curso de Licenciatura em Física, onde todos eram participantes bolsistas do Pibid/IFNMG – câmpus Salinas. Durante o ano de 2012, aconteceu outro fato que impulsionou a essa temática que foi a aterrissagem da sonda *Curiosity* da agência espacial norte-americana (NASA) em Marte, na madrugada do dia 06 de agosto daquele ano.

A partir desse evento, foi decidida a criação um jogo de tabuleiro, que possibilitasse aos alunos da EB, o contato com a astrobiologia. Inicialmente, foi decidido trabalhar com alunos do ensino fundamental (Fig. 1). Assim, surgiu o jogo **Disparada para Marte**¹ sob a orientação do professor coordenador do Pibid/Física José Antônio Duarte Santos. Jogo de tabuleiro, de perguntas e respostas, onde os jogadores devem percorrer as casas do circuito fechado, cumprindo determinações que algumas casas espalhadas pelo tabuleiro exigem. O conteúdo das perguntas é relativo à ciência da astrobiologia. Como as questões deste jogo envolvem, muitas vezes, situações cotidianas, elas tendem a fazer com que os jogadores desenvolvam a capacidade de imaginar a situação problema apresentada pela questão, à medida que eles se sentem motivados e desafiados pelo jogo.



Figura 1 - Primeira atividade com o jogo Disparada para Marte (1ª edição).

Os resultados obtidos com a prática foram muito satisfatórios, como isso, o jogo foi apresentado em um minicurso intitulado com o mesmo nome, Disparada para Marte, na II Semana das Licenciaturas/VII Semana de Ciências da Natureza que ocorreu no IF Fluminense – campus Centro na cidade Campos dos Goytacazes – RJ em outubro de 2012. Durante o minicurso foi aplicado um questionário aos participantes, que eram acadêmicos dos cursos de licenciaturas daquela instituição mais alguns professores do Ensino Médio (EM) da região da cidade de Campos dos Goytacazes (Fig. 2). Com as impressões dos participantes sobre o jogo e da inserção da astrobiologia no currículo do EM foi feita uma nova pesquisa.

¹ Encontra-se disponível para download o tabuleiro juntamente com os cartões de atividade do jogo, lembrando que esta é a 1ª edição (2012): <http://sindromedeinstein.blogspot.com.br/2013/01/disparada-para-marte.html>



Figura 2 - Participantes do minicurso jogando Disparada para Martena II Semana das Licenciaturas/VII Semana de Ciências da Natureza.

Essa nova pesquisa foi apresentada no VIII Encontro de Física do ITA na cidade de São José dos Campos–SP, o trabalho foi apresentado na modalidade de pôster na categoria iniciação científica. A pesquisa mostrou que 100% dos entrevistados acreditavam que a astrobiologia poderia ser uma boa alternativa de melhoria no ensino de ciências. O trabalho desenvolvido não teve pretensão de chegar a um diagnóstico preciso da causa dos resultados, O que foi evidenciado e constatado é que a astrobiologia tem espaço no currículo do EM.

1.3. Problemática

As atividades descritas anteriormente demonstraram que a astrobiologia no ensino de ciência pode ser uma importante ferramenta que aproximará a vida escolar com o cotidiano dos alunos, preparando-os para o exercício da cidadania, caracterizada pela sua abordagem dos conteúdos científicos no contexto social.

O que motiva esse estudo é a possibilidade de inserção da astrobiologia no currículo básico, no intuito de modernização do currículo. Tudo isso levando em conta uma ACT e uma prática cosmoeducativa a nossos alunos. Sem dúvida, o estudo aqui proposto não será garantia ou descrédito para a inserção almejada, mas que ela possa ser um auxílio para eventuais discussões.

Essa finalidade aborda os princípios da ACT que segundo Santos e Mortimer (2002) indicam que a EB deve preparar o aluno para enfrentar o mundo em que vive, tornando-o um cidadão consciente e atuante. O aluno está imerso num mundo dominado pela ciência e a tecnologia, por isso, é justo que ele entenda as modificações causadas na sociedade. Desse modo a ciência deixará de ser ensinada pura e simplesmente para informar sua existência, e

passa a ser uma ferramenta que o aluno poderá usar para compreender o mundo, e o modificar.

A ideia central do trabalho mostra-se bastante simples, mas em relação aos alunos? Como uma prática como essa possa contribuir efetivamente para seu desenvolvimento? A prática proposta possui uma variedade de dificuldades, como por exemplo, o sistema de ensino praticado atualmente, que é voltado para os exames e vestibulares e também pela própria natureza da astrobiologia que nega esse modo compartimentado do saber, ou seja, está proposta aventura-se em um território hostil, e a probabilidade de falhas é grande.

Espera-se que mesmo com todas essas dificuldades, o presente trabalho possibilite uma nova reflexão e que os jovens participantes possam enxergar a ciência de uma nova maneira. Com relação aos pontos levantados e objetivando estimular a ocorrência de potenciais mudanças nos currículos de ciência, com a inserção da Astrobiologia, tentou-se verificar aqui a sua viabilidade a partir de um relato de experiência orientado pela promoção da ACT.

CAPÍTULO II – ASTROBIOLOGIA

Nesta etapa do trabalho será discutida e apresentada a astrobiologia, com o objetivo de familiarizar o leitor com esse saber, citando os principais trabalhos que impulsionaram essa temática, na visão do autor.

2.1. Compreendendo o Cosmo

O ser humano sempre olhou para fora da fronteira... É difícil imaginar quando não ocorreu. Em quase todos os momentos de corroboração científica e/ou social, questionava-se se era de fato o fim da história, se aquele momento era o ápice de tudo que se sabia. E o engraçado disso tudo, é o fato de que, quando um grupo ou sociedade comungava-se de um saber que acreditavam, eles se opunham com veemência de tudo que era contrário. Parece que o temor sempre foi reação característica especial nas épocas em que surgiram novos mundos de ideias.

Einstein (1879-1955), por exemplo, sabia que a sua teoria da relatividade era uma bala de canhão lançada contra o “castelo” da física moderna. Ele idolatrava Newton, mas estava destruindo umas das suas crenças mais básicas, a existência do espaço e do tempo absolutos. Embora sua teoria da relatividade tivesse muitos triunfos, Einstein foi suficientemente inteligente para saber que aqueles que tinham passado suas vidas mantendo e decorando o “castelo” não iriam oferecer uma bebida e um tapinha nas costas a quem o tinha destruído. Existiram outros homens que como ele abalaram os “castelos” do saber, como o Erastóstenes de Cirênia (276-194 a.C.). Bibliotecário e diretor da Biblioteca Alexandrina de 240 a.C. a 194 a.C., um homem que provavelmente nunca se aventurou por mais de algumas centenas de quilômetros de sua vida, figurou-se na história da ciência porque foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra (OLIVEIRA; SARAIVA 2013).

Ele notou que, na cidade egípcia de Siena (atualmente chamada de Aswán), no primeiro dia do verão, ao meio-dia, a luz solar atingia o fundo de um grande poço, ou seja, o Sol estava incidindo perpendicularmente à Terra em Siena. Já em Alexandria, situada ao norte de Siena, isso não ocorria; medindo o tamanho da sombra de um bastão na vertical, Erastóstenes observou que em Alexandria, no mesmo dia e hora, o Sol estava aproximadamente sete graus mais ao sul. A distância entre Alexandria e Siena era conhecida como de 5000 estádios. Um estádio era uma unidade de distância usada na Grécia antiga. A distância de 5000 estádios equivalia à distância de cinquenta dias de viagem de camelo, que viaja a 16 km/dia. Como 7 graus correspondem a 1/50 de um círculo (360 graus), Alexandria deveria estar a 1/50 da circunferência da Terra ao norte de Siena, é a

circunferência da Terra deveria ser 50x5000 estádios. (OLIVEIRA; SARAIVA, 2013 p. 4).

Este cálculo com certeza causou uma sensação entre seus conterrâneos, demonstrando como era pequeno o pedaço do planeta conhecido por sua civilização. Mercadores, exploradores, piratas e visionários devem ter almejado responder questões como: “Haverá vida inteligente do outro lado do oceano?” Um feito comparável hoje ao de Erastóstenes seria quando se revelar pela primeira vez a descoberta do primeiro exoplaneta a abrigar vida, ultrapassando os nossos limites do sistema solar e confirmando as ideias do grande Giordano Bruno (1548-1600). Ele tinha ousado pensar que a Terra talvez não fosse o único astro a abrigar a vida, que o Universo era infinito evoluindo eternamente e povoado de seres vivos. Raulin (1993) cita um trecho da obra *Del’ infinito universo e mondi* de Giordano Bruno: “Existem inúmeros sóis e terras sem conta girando à volta dos seus sóis exatamente com os nossos sete planetas giram à volta do nosso Sol. Seres vivos habitam esses mundos”. O nobre italiano se insere na linhagem daqueles que explodiram os limites do Universo, uma linhagem que inclui Erastóstenes, Aristarco de Samos, Hiparco, Herschel, Einstein e Hubble. O seu antecessor mais próximo foi Nicolau Copérnico (1473-1543), que apresentou a hipótese do movimento duplo dos planetas, o de rotação em torno de si mesmos e o de revolução em torno do Sol, negando assim que a Terra fosse o centro do Universo, mas que seria apenas mais um planeta. Ora, se a Terra é um planeta, os planetas são terras e a vida está por toda parte. Há uma explosão de otimismo cósmico na esteira das ideias copernicanas (FRIAÇA, 2015a).

Como pode ser visto, o recorte aqui feito está um pouco “ocidental”. Se seguirmos o curso da história, os nossos próximos personagens seriam, como de costume, Kepler, Galileu, Newton, etc. Porém, aqui não se tem a intenção de contar a história da astronomia, o objetivo é de mostrar, ou ao menos, de que o pensamento de vida fora dos limites preconcebidos sempre causou uma inquietação em nossos “castelos” – ainda insistindo com esse termo, o que se pode concluir é que o pesquisador de nossa época sempre deverá está ávido de proceder a uma revisão dos conhecimentos e estar preparado para enfrentar realidades que outrora acreditava ser fantasiosas. Como observa Friaça (2010, p. 96):

As indagações suscitadas sobre a vida no cosmos correspondem aos anseios que nos acompanham desde a aurora da humanidade. Ao mesmo tempo, porém, o ritmo das descobertas nessa fronteira da ciência vem se acelerando tanto que mesmo pessoas cultas têm dificuldade em acompanhá-las e vislumbrar suas implicações críticas para as concepções existentes sobre a vida. Perguntar muitas vezes não só é inútil, mas também nocivo para a ordem estabelecida. Indagar pode abalar a estabilidade do mundo em que vivemos.

Tão longe quanto é possível recuar o tempo e nas civilizações, encontramos a ideia de que a vida não é exclusiva da Terra. É importante destacar o poder da imaginação humana, que, com efeito, soube povoar os diferentes astros, em primeiro lugar os corpos do sistema solar, e após aqueles entre as estrelas, e por fim todos aqueles que fossem possíveis de serem observados. O que viria a ser a astrobiologia sempre transitou entre o mito e a realidade científica, uma situação que de algum tempo para cá, vem se modificando. A seguir procuramos apresentar os principais passos da consolidação dessa ciência.

2.2. Consolidando o Estudo

Um fato curioso a respeito dos “defensores” da vida no cosmo é de sempre começar seu discurso com dados aparentemente “estatísticos”, como por exemplo, von Däniken (1969) em seu livro amplamente contestado *Eram os Deuses Astronautas?* Nesse “clássico” da literatura do culto aos extraterrestres que ganhou corpo durante a Guerra Fria, o autor cita uma fala do divulgador de ciência e entusiasta da exploração espacial Willy Ley (Willy Ley é um dos fundadores da Verein für Raumschiffahrt, a “Sociedade para Viagens Espaciais”, que contava entre seus membros com Wernher von Braun):

O número aproximado de estrelas, somente em nossa Via-Láctea, sobe a trinta bilhões. A suposição de que nossa galáxia contém, pelo menos, dezoito bilhões de sistemas planetários, é admitida pelos astrônomos da atualidade. se tentarmos reduzir essas cifras, tanto quanto possível, e imaginarmos que as distâncias no interior de sistemas planetários são reguladas de tal modo que somente num caso entre cem existe planeta em órbita na “ecosfera” de seu próprio sol, tudo isso ainda deixará 180 milhões de planetas capazes de manter a vida. Se, em prosseguimento, supusermos que, entre os planetas assim capacitados, somente num deles, em cada centena, o potencial vitalizante haja sido aproveitado, ainda teremos 1.800.000 planetas com seres vivos. Admitamos, para concluir, que num só planeta, entre cem com seres vivos, existam criaturas com grau de inteligência semelhante ao do Homo Sapiens. Pois esta última conjetura ainda garante para a nossa Via-Láctea o enorme número de 18.000 planetas com vida inteligente semelhante á nossa (von Däniken, 1969, p.12).

Este cálculo, contudo, é um tanto romântico e talvez excessivamente otimista em relação ao número de planetas com vida inteligente. O levantamento estatístico da probabilidade de mundos habitados por seres inteligentes já foi foco do então astrônomo do *National Radio Astronomy Observatory*, em Green Bank, Estados Unidos e, posteriormente, presidente emérito do SETI Institute, Frank Donald Drake (1930-), que propôs em 1961, a sua famosa equação de Drake:

$$N = R_s f_p n_e f_i f_c L \quad (1),$$

onde N é o número de civilizações comunicativas na Galáxia, R_s é a taxa de formação de estrelas na Galáxia, f_p é a fração de estrelas que têm sistemas planetários, n_e é o número médio de planetas na ecosfera (zona de habitabilidade, na nomenclatura atual) da estrela, f_i é a fração de tais planetas temperados onde surgiu a vida, f_i é a fração dos planetas com vida onde ela evoluiu para formas inteligentes, f_c é a fração de planetas que abrigam vida inteligente que desenvolveram civilizações tecnológicas com comunicação interestelar, e L é o tempo provável de duração da fase de comunicação da civilização tecnológica.

Como pondera o próprio Drake (2013), se inserirmos estimativas para cada um dos fatores, podemos chegar a um número qualquer de civilizações inteligentes na fase comunicativa. Os “pessimistas” estimariam algo como $N=10^{-12}$ (ou seja, uma civilização por cada trilhão de galáxias, o número de grandes galáxias no Universo observável), argumentando que a vida é um acidente, e que apenas a Terra abrigaria a vida em todo o Cosmos. Já para os “otimistas”, N poderia ser da ordem de milhares, enxergando, assim, a vida como um fato inevitável numa variedade de ambientes, a qual invariavelmente evoluiria para produzir seres inteligentes. As grandes fontes de incerteza da equação são os termos mais a direita, que podem ser chamados de “probabilidades subjetivas”, segundo Drake. Assim, L poderia ter uma duração entre 100 anos e 1 bilhão de anos. Drake sugere 2000 anos. O termo seguinte da equação, f_c , a probabilidade de que a vida inteligente desenvolva uma civilização capaz de comunicação interestelar, é bastante conjectural porque de fato não sabemos sequer definir de um modo preciso o que é uma civilização, e não sabemos em que grau a presença de uma inteligência conduziria ao surgimento de uma civilização. Contudo, à medida que avançamos para o lado esquerdo da equação, a incerteza dos valores dos termos vai estreitando graças a diversos progressos tanto em biologia como em astronomia nas cinco décadas que se passaram desde que a equação de Drake foi formulada. Estudos de evolução Darwiniana, incluindo simulações computacionais, permitiram compreender melhor como a inteligência poderia surgir em seres vivos, assim dando esperanças para valores de f_i , a probabilidade de que a vida evoluísse para formas inteligentes, que fossem além da mera conjectura. Os estudos de paleontologia e sobre as origens da vida tiveram enormes avanços, o que permitiu ganhar um maior insight sobre possíveis valores de f_i , a probabilidade de a vida surgir em um planeta temperado. O fato de que após o fim do Hadeano há 3,9 bilhões de anos atrás, quando a Terra era sujeita a um bombardeamento pesado por corpos do tamanho de asteroides que estilhaçavam a sua crosta e evaporavam os seus oceanos, surgem as

primeiras evidências de vida apenas 100 milhões depois, é um forte argumento em favor de que esse termo não seja extremamente pequeno.

Contudo, foi a astrofísica que trouxe um imenso aumento de certeza em relação aos termos mais à esquerda da equação de Drake. Observações e modelos de evolução da Galáxia permitiram não só determinar de um modo confiável a taxa de formação estelar R_s ao longo do tempo de vida e do raio da Galáxia, mas também obter a evolução química dos elementos necessários tanto para a constituição de planetas do tipo terrestre (O, Si, Mg, Al, Fe, Ni) como para o surgimento da vida (C, O, N, P). Mas foi a descoberta dos *exoplanetas* o fato central que permitiu uma grande redução de incerteza nos termos que descrevem exatamente o ambiente planetário que a abrigaria a vida: f_p , a fração de estrelas que têm sistemas planetários, n_e é o número médio de planetas do tipo terrestre na zona de habitabilidade estrela. Em 1961, quando foi formulada a equação de Drake, não se conhecia nenhum exoplaneta. Apenas em 1995, foi descoberto o primeiro exoplaneta em torno de uma estrela da sequência principal. Hoje em dia se conhecem cerca de 4.000 exoplanetas, e várias terras ou superterras na zona de habitabilidade, aquela zona em torno da estrela onde pode haver água no estado líquido. Ademais, o reconhecimento dos *extremófilos*, organismos que sobrevivem e prosperam em meios antes considerados letais para a vida, alargam a faixa de lugares onde pode haver vida para além da zona de habitabilidade clássica.

Deste modo, principalmente a partir da descoberta dos exoplanetas, a busca da vida fora da Terra firma-se como um campo científico consolidado. A importância desse assunto e a confiança que se poderiam obter resultados relativos a ele fez com que surgisse um projeto científico verdadeiramente interdisciplinar, a astrobiologia. Esta é o campo da ciência que estuda a origem, a evolução e a distribuição da vida no universo (NASA 2013). Em outras palavras, é a área do conhecimento que busca estudar a vida como elemento intrínseco do contexto cósmico, e não separada deste, inferindo ainda se existe vida em outros locais do universo, bem como o futuro da vida na Terra e onde quer que ela possa existir. Ela se apresenta como interdisciplinar e transdisciplinar, e se opõe à tendência atual de ultraespecialização da ciência, reunindo conhecimentos e tecnologias das mais diversas áreas da ciência e suas respectivas subdivisões, onde especialistas podem interagir-se de maneira mais íntima em comunhão em torno de um único projeto.

Houve diversas denominações para esse ramo da ciência, tais como exobiologia, xenobiologia, xenologia, bioastronomia, cosmobiologia, e algumas derivações como, astrobotânica, exossociologia e exopaleontologia (PAULINO-LIMA & LAGE 2010). O termo astrobiologia foi sendo cada vez mais aceito por acentuar o tema da vida dentro de um

contexto astronômico e, em 1998, a NASA renomeou o programa científico de busca da vida fora da Terra de “exobiologia”, usado por quase quarenta anos, para astrobiologia. Atualmente, a grande maioria dos centros de pesquisa de todo o mundo adotam o termo astrobiologia.

Assuntos de interesse astrobiológicos vêm sendo focalizados na mídia de forma crescente nos últimos anos, mas foi nos anos 1950 que esses temas ganharam grande presença nos noticiários. Sem grande rigor historiográfico, pode-se estabelecer essa década como o início da “astrobiologia moderna”, tendo a precaução de reconhecer que o conhecimento científico não se desenvolve em um processo contínuo, e que nenhum conhecimento “antigo” é substituído por um “novo” em linha temporal. Aqui, a intenção pretendida é de ajuntar indícios para tentar desenhar a construção desse saber. Cabe assinalar que um dos primeiros trabalhos que buscaram estabelecer a astrobiologia como campo científico é do astrônomo Soviético, Gabriel Tikhov, com as suas publicações *Astrobiotany* (1949) e *Astrobiology* (1953). Este último por sinal, como apontam 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.

Os trabalhos de Tikhov (1949 e 1953) são pioneiros no tratamento científico da questão da vida no cosmo, pela importância admitida, deve-se estender algumas palavras a respeito. Gabriel Tikhov (1875-1960) foi certamente um dos estudiosos mais compenetrados da importância da astrobiologia, foi o diretor do Observatório de Alma-Ata, atualmente Instituto de Astrofísica Fessenkov, no Cazaquistão. Tikhov acreditava na existência de seres vivos, vegetais e animais, em outros planetas, Vênus e Marte, a cujas condições físicas estariam evolucionariamente adaptados. Em ocasião, o astrônomo obteve, em 1909, milhares de fotografias de Marte, usando filtros verdes, amarelos e vermelhos adaptados ao refrator de 30 polegadas do observatório de Pulkovo. A partir desse ponto, Tikhov iniciou suas pesquisas com o objetivo de verificar a presença ou não de clorofila nas regiões coloridas de Marte.

No Boletim da Academia Imperial de Ciências de São Petersburgo, Tikhov publicou dois anos depois dos primeiros ensaios fotográficos, os seus primeiros resultados. Mas somente em 1918 e 1920, utilizando dessa vez filtros azuis, verdes, amarelos, vermelho-claros e vermelho-escuros, chegou a conclusões mais detalhadas a respeito da flora marciana, afirmando que “ficou claro que existem em Marte tanto vegetais decíduos, que se tornam marrons logo no meio do verão, e vegetais sempre verdes, qualquer seja a estação” (PEREIRA, 1958).

Seu estudo não consistiu somente da análise de fotografias com filtros. Na mesma época, Tikhov examinou o espectro das regiões escuras de Marte diversas vezes, fazendo o uso de um espectroscópio ocular adaptado a um refrator de 15 polegadas. Mas, esta análise não foi conclusiva a respeito da absorção de clorofila, mesmo apresentando um espectro das manchas escuras equatoriais surpreendentemente fortes de absorção de raios verdes. Por fim, Tikhov, em 1930 dedicou-se aos estudos da aerografia², estudando cuidadosamente a intensidade espectroscópica das diversas formações vegetais terrestres, e empregando o método de contrastar imagens fotográficas obtidas por diversos filtros. Todo esse material deu subsídio para uma nova disciplina que ele denominou de Astrobotânica.

Atualmente se sabe que o estudo por meio de fotografia e espectroscopia não é suficiente para determinar a flora e fauna de um planeta. Plantas e animais fornecem poucos indícios remotos de sua presença por meio de alterações da superfície em uma vista de fora do planeta, e a possível detecção da existência de vida se daria por outros fatores, como gases fora do equilíbrio na atmosfera e também por outros tipos de seres vivos, como as bactérias. Contudo, trabalhos como o do Tikhov foram importantes para guiar as pesquisas astrobiológicas que se consolidaram na atualidade. Trabalhos que avançaram cientificamente que por uma razão proporcionaram uma nova visão ao tema, e não necessariamente estão relacionados entre si. Friaça (2016) assinala três grandes avanços que levaram à consolidação da astrobiologia: 1) a descoberta dos exoplanetas; 2) o reconhecimento dos extremófilos; 3) o desenvolvimento da astroquímica, que revelou tanto que a água é uma molécula abundante no Universo como que há compostos orgânicos são comuns em diversos contextos astrofísicos. Tais avanços permitiram que em 2005 a astrobiologia fosse madura o suficiente para ter um review no *Annual Review of Astronomy & Astrophysics* (CHYBA & HAND 2005), que reúne cada ano uma dezena de artigos de revisão de campos da astronomia de fronteira, porém consolidados.

2.2.1. Exoplanetas

Atualmente é conhecimento de todos que o Sol é só mais uma estrela no Universo, que não possui nenhuma particularidade comparada às demais, então é razoável a hipótese do Giordano Bruno, a da existência de planetas girando ao redor das outras estrelas, exoplanetas, em terminologia dos dias de hoje. Certamente, esses planetas possuem tamanhos e

² A areografia, também conhecida como geografia de Marte, aborda a divisão e caracterização de regiões geográficas de Marte.

características bem variadas, como as encontradas nos nossos vizinhos planetários. A detecção e o estudo de exoplanetas estão trazendo informações de outros mundos, sua formação, suas condições de existência, apresentando uma nova visão do cosmo como nunca antes imaginada. De fato, na ascensão da astrobiologia como ciência, possivelmente o fator mais importante foi a descoberta dos exoplanetas. Um forte argumento em favor dessa tese é o abrupto salto na frequência de ocorrências em textos do termo “astrobiologia” em 1995, quando foi descoberto o primeiro exoplaneta (SANTOS et al., 2016).

O primeiro planeta descoberto em torno de uma estrela da sequência principal fora do sistema solar foi em 1995 (Mayor; Queloz, 1995), trata-se de um objeto de massa planetária ($M > 13 M_{Jup}$) em torno da estrela 51 Pegasi. O método utilizado por Mayor e Queloz foi o das *velocidades radiais*, que se baseia no fato de que os planetas não giram de fato em torno da estrela central do sistema planetário, mas sim que, na realidade, os planetas e a estrela orbitam o centro de massa do sistema planetário. Pode-se então detectar a presença do planeta ou dos planetas indiretamente através do movimento da estrela central, mesmo que os planetas sejam invisíveis ao telescópio. A estrela, em sua órbita em torno do centro de massa do sistema planetário, ora se movimenta em direção ao observador na Terra, ora se afasta dele. Quando estiver se aproximando, a sua velocidade radial (a velocidade projetada na direção da linha de visada ligando o observador à estrela) será negativa (na convenção adotada em espectroscopia astronômica, velocidades de aproximação são negativas e de recessão, positivas), e fará com que, pelo efeito Doppler, as linhas espectrais sofram um deslocamento para curtos comprimentos de onda, ou *blueshift*, e, quando estiverem se afastando, um deslocamento para longos comprimentos de onda, ou *redshift*. Assim, a velocidade radial da estrela visível tempo apresentará uma oscilação ao longo do tempo. A análise da curva de velocidade radial em função do tempo da estrela visível permitirá revelar a presença de um ou mais planetas invisíveis.

O método das velocidades radiais é mais sensível a planetas de alta massa e próximos da estrela. Assim, os primeiros planetas descobertos por esse procedimento foram os *Júpiters quentes*, de cuja existência não se suspeitava antes. Um “Júpiter quente” seria análogo a um Júpiter colocado na mesma posição de Mercúrio. Um planeta do tipo terrestre colocado uma órbita semelhante à da Terra seria indetectável com o método das velocidades radial com as técnicas e instrumentos disponíveis na época. Durante a primeira década de detecção de exoplanetas, quando o método de detecção era predominantemente o das velocidades radiais, a maioria dos exoplanetas descobertos possuía massa próxima ou maior que a massa de Júpiter, ou seja, gigantes, e em orbitas em muito próximas e excêntricas. Contudo, essas

características não podem ser consideradas como uma regra de formação planetária, pois o método das velocidades radiais favorece a detecção de objetos massivos e próximos das estrelas.

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*, no qual o brilho da estrela é ligeiramente reduzido quando o planeta passa na frente da estrela (a passagem de um planeta na frente do disco estelar é chamado de trânsito). Deve-se observar que os dois métodos fornecem parâmetros físicos distintos para as estrelas. O método dos trânsitos fornece o raio do planeta R_p , enquanto que o das velocidades radiais permite obter a massa do planeta M_p (na verdade $M_p \sin(i)$, pois a velocidade radial do planeta é a sua velocidade projetada segundo a linha de visada, em a relação à qual o planeta tem a inclinação orbital i). Atualmente estes dois métodos são os mais bem sucedidos na detecção de exoplanetas, com 2711 planetas descobertos pelo método dos trânsitos e 698 pelo método das velocidades radiais em um total de 3757 exoplanetas confirmados até 3 de fevereiro de 2017 (EXOPLANET.EU, 2017). Existem, porém, outras formas de detectar planetas, todas bastante desafiadoras, que envolvem novos desenvolvimentos tecnológicos, ideias engenhosas, grandes instrumentos e investimentos. Apesar dessas dificuldades, grandes avanços foram realizados nos últimos anos, em especial na detecção dos planetas de massas menores, terras e superterras, que são os objetos mais interessantes do ponto de vista astrobiológico.

Perryman (2000, 2003) divide os métodos observacionais em três classes principais: efeitos dinâmicos na estrela, microlentes gravitacionais e sinais fotométricos. A Figura 3 mostra as detecções de exoplanetas confirmadas até a data de 3 de fevereiro de 2017 (EXOPLANET.EU, 2017). Há umas poucas estratégias de detecção que não fazem parte dessas classes. Os efeitos dinâmicos incluem o método das velocidades radiais, e também a astrometria e a variação do período de pulsação dos pulsares. A astrometria refere-se à oscilação da estrela em torno do centro de massa do sistema, como no caso das velocidades radiais, mas é projetada como oscilação de posição no plano do céu e não como velocidade radial na direção da linha de visada. Ela exige uma resolução espacial tão fina que só um planeta foi detectado por esse método até agora. A variação do período de pulsares proporcionou a primeira descoberta de um exoplaneta 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, tendo um efeito absolutamente destrutivo sobre os planetas originais. Os métodos baseados em sinais fotométricos incluem

além do método dos trânsitos, o TTV (Transit timing variation), onde um planeta que não esteja em trânsito perturba a órbita do planeta em trânsito, e o imageamento, que é a obtenção de imagens diretas dos planetas (como pode-se ver só uma minoria diminuta dos exoplanetas fornece uma imagem direta).

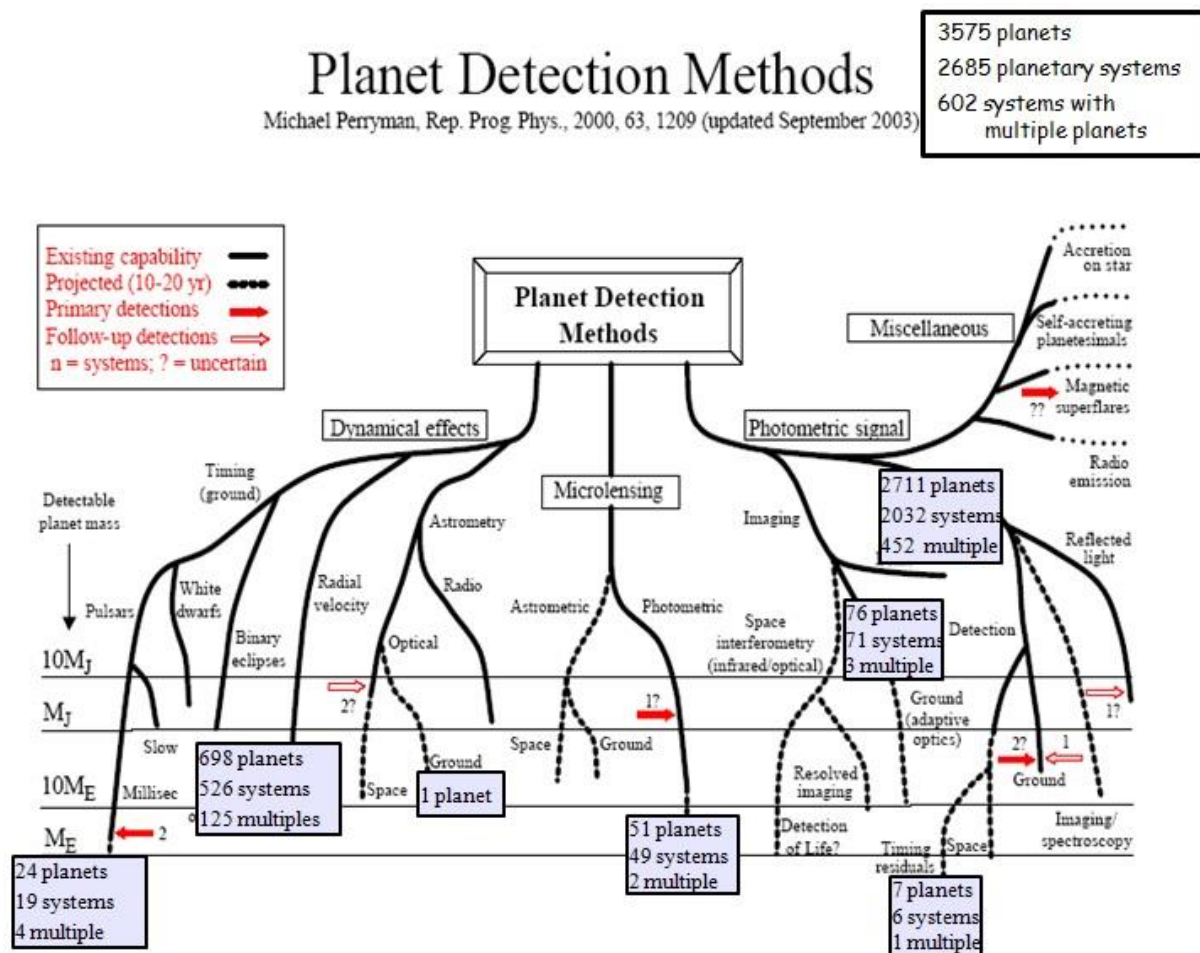


Figura 3 - Métodos de detecção de exoplanetas. As detecções são de The Extrasolar Planets Encyclopaedia (EXOPLANET.EU, 2017), atualizadas em 3 de fevereiro de 2017, superpostas na Figura 1 de Perryman (2003).

Detectar planetas pequenos como a Terra ou algo maiores (até cerca de 5 massas terrestres, as chamadas superterras) requer uma maior precisão dos métodos de busca de exoplanetas, mas, ainda sim, há incessantes esforços na procura de de similares terrestres, pois estes corpos são os mais interessantes do ponto de vista astrobiológico. Além disso, tais mundos deveriam estar a uma distância da estrela que permitisse a água no estado líquido, ou seja, na *Zona habitável*. A principal referência na estimativa da zona habitável é o trabalho magistral de Kasting et al. (1993). Deve-se observar que uma grande parte dos estudos sobre a zona habitável baseia-se em modelagens climáticas simples que avaliam a habitabilidade de um planeta inteiro calculando as condições da média global usando uma única coluna atmosférica iluminada pelo fluxo médio global (FORGET, 2013). Na década de 1950,

utilizava-se o termo *ecosfera solar* (PEREIRA, p. 27, 1958) para designar a zona habitável do Sistema Solar. Na equação de Drake, formulada em 1961, o termo *ecosfera* é utilizado no mesmo sentido que a atual zona habitável, ou seja, como a região em torno de uma estrela com temperaturas tais que possa haver água líquida (DRAKE, 2013). A *Zona Habitável*, ou *Zona Habitável Estelar* (KASTING et al., 1993; KASTING, 1997), é algumas vezes chamada da 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. Muito perto do “sol” do sistema, só haveria água na forma de vapor, muito distante, toda a água estaria congelada. No Sistema Solar, Vênus situa-se internamente à zona habitável, Marte está fora, na região frígida. A Terra está na zona habitável, com a temperatura “certa”. Nela convivem os três estados da água – sólido, líquido e gasoso,

A Zona Habitável é definida como aquela zona em torno de uma estrela onde pode haver água no estado líquido. De fato, o denominador comum na busca de seres vivos fora da Terra é a presença de água em estado líquido. Talvez haja formas de vida que não necessitem água, mas esta molécula, além de ser essencial para a vida na Terra, tem propriedades tão notáveis e é tão abundante no Universo que provavelmente é o biossolvente de formas de vida em outros lugares do Universo. Biossolventes alternativos já foram propostos, ou mesmo fluidos não líquidos, como o plasma, mas, comparativamente, a água continua a reunir as melhores condições de suporte a sistemas complexos como os seres vivos:

De fato, nossa experiência na Terra nos disse que a exigência de vida é água líquida, independentemente da temperatura e pressão médias. Os organismos vivos podem existir e prosperar em quase todas as condições na Terra se a água líquida estiver disponível. Por outro lado, nenhuma criatura pode “viver” (isto é, ter atividade metabólica) sem água líquida. Pode-se especular sobre formas de vida baseadas, digamos, em amônia líquida, metano condensado ou até mesmo interações de íons de plasma. No entanto, explorando o vasto campo da química moderna e desafiando os químicos mais abertos, revela que com nosso conhecimento atual é difícil imaginar qualquer química alternativa que se aproxima da combinação de diversidade, versatilidade e rapidez proporcionada pela bioquímica líquida à base de água. (FORGET, 2013, p. 178).

Assim, justifica-se utilizar a água como o biossolvente que fixa os limites da “zona habitável”, que é definida como o intervalo de distâncias orbitais dentro das 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 da estrela que é refletida pelo planeta) e o efeito estufa da sua atmosfera, como também do tipo de estrela, ou seja a sua massa, a qual determina, na sequência principal, a 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.

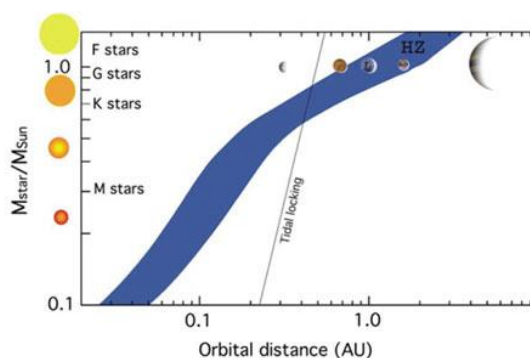


Figura 4 - Zona habitável para estrelas da sequência principal de diversas massas. Figura de Kaltenegger & Selsis (2007) e Lammer et al. (2009) com dados de Kasting et al. (1993) e Forget & Pierrehumbert (1997), apud Forget (2013).

O conceito de habitabilidade pode ser estendido além da zona de habitabilidade estelar. Assim, Lineweaver et al. (2004) elaboraram o conceito de *Zona Habitável Galáctica*, a zona da Galáxia que é favorável à vida. Ela é definida por quatro condições: uma taxa de formação estelar que garanta a presença de sistemas planetários, uma faixa de metalicidade que permita a existência de planetas telúricos, uma idade elevada o suficiente da estrela para haja tempo para que se cumpra a evolução darwiniana e um grau de atividade catastrófica – supernovas, surtos de raios gama e atividade de um núcleo ativo de galáxia – baixo o suficiente para que a vida sobreviva por um tempo longo o suficiente para ocorrer evolução. A utilidade da Zona Habitável Galáctica (ZHG) é que ela nos diz onde na Galáxia é mais provável encontrar exoplanetas com vida. Utilizando modelos de formação de sistemas planetários, Mello (2012) concluiu que a ZHG para a vida complexa tem raio solar Galactocêntrico do aproximadamente no meio. Já para a vida microbiana, que seria mais provável de estar presente em um exoplaneta, a ZHG é interna ao raio solar. Portanto, as regiões mais internas da Galáxia seriam mais propícias para buscas da vida.

Em suma, os estudos a respeito da procura de exoplanetas similares a Terra na zona habitável constituem uma área de pesquisa que vem consolidando a astrobiologia de um modo acelerado. Apesar de ainda haver uma carência de dados sobre terras e superterras, devido às limitações das atuais técnicas de detecção, estão em andamento a preparação de missões espaciais, como o TESS (2017) e o PLATO (2017) e a construção de novos instrumentos e

telescópios em solo que certamente terão um importante papel na procura desses objetos, cuja compreensão dará subsídios mais seguros para a busca da vida no contexto cósmico.

2.2.2. *Extremófilos*

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” diz respeito à “apreciação”, e o prefixo “extremo”, a “condições extremas”. Ou seja, são as criaturas que apreciam condições extremas.

Antes de caracterizar os seres extremófilos, será proposto um novo recorte histórico. Como vimos anteriormente, o professor Tikhov acreditava na vida marciana, em uma flora composta, com raízes e folhagem. Na década de 1950, os norte-americanos também se interessavam pela presença de vida em Marte, mas diferentemente do que imaginava Tikhov, somente admitiam a presença de formas mais simples e resistentes, os líquens, uma hipótese que parecia ter o apoio dos primeiros dados em infravermelho sobre Marte:

Segundo dados de 1956, existe na luz refletida pelo planeta Marte a faixa de absorção do infravermelho, de 3,46 micra de comprimento de onda, correspondente aos compostos orgânicos de carbono e hidrogênio. Folhas secas, líquens e musgos apresentam a mesma faixa. (PEREIRA, 1958, p.84)

Um dos motivos para a aceitação de líquens como um possível ser vivo marciano é a sua resistência a condições que se acreditavam estar presentes no planeta vermelho, tais como a baixa abundância atmosférica de água e hidrogênio, a ausência da camada de ozônio capaz de proteger os seres vivos da excessiva radiação solar e por último a baixa temperatura, pois segundo pesquisadores norte-americanos da época, “o metabolismo dos organismos desse planeta terá de se realizar a baixas temperaturas, algumas da ordem de 30°C abaixo de zero” (PEREIRA, p. 85, 1958).

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 Bacteria 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). Cabe, nesse momento, mencionar um marco no estudo dos extremófilos, que se deu com a missão Apollo 12 (1969), que tinha como um dos objetivos recuperar partes da sonda Surveyor III.

O interesse nas partes da sonda era de para fornecer dados sobre os efeitos da exposição das peças no meio lunar, mas um certo cabo acabou sendo o principal achado entre as peças da Surveyor III, porque organismos biológicos tinham sido presos (de modo não controlado) dentro dele e os cientistas queriam saber o comportamento de tais organismos (NASA, 2009). Claro, que um experimento não controlado carece de uma verificação contundente. Sugeriu-se que poderia ter ocorrido contaminação durante o retorno a Terra. Essa dúvida pendurou por alguns anos, até que uma equipe da NASA, em um laboratório do Goddard Space Flight Center, descobriu níveis baixos de aminoácido (105 a 1910 partes por milhão) nas amostras da missão Apollo 12. A equipe concluiu que de fato as amostras sofreram contaminação no retorno a Terra. Sabe-se que frequentemente fragmentos de colisões de asteroides ocasionalmente caem na Terra como meteoritos, trazendo seus aminoácidos extraterrestres com eles. A superfície terrestre é frequentemente bombardeada por meteoritos e poderia ter aminoácidos de asteroides também. Talvez tenha sido esse um dos fatores de contaminação da amostra (NASA, 2015). Essa conclusão sobre as amostras da missão Apollo 12 é extremamente recente, mas os primeiros estudos realizados na época estimularam a grande explosão, na década de 1990, das pesquisas relacionadas aos estudos dos extremófilos.

Nogueira (2009) aponta que a cada dia, os biólogos avançam mais na Terra no estudo desses seres – e sempre são surpreendidos pela incrível capacidade de adaptação das formas de vida. É só ir a um lugar e coletar uma amostra onde eles supunham ser impossível a existência de qualquer organismo para vê-lo fervilhando com vida. Em que lugar é esse? A luz da definição de Nogueira (2009), esses lugares inóspitos e extremos seriam aqueles ambientes que são letais à maior parte dos seres vivos, como regiões polares, fontes hidrotermais, nascentes ácidas ou alcalinas, lagos com níveis de salinidade muito elevados, regiões abissais frias ou zonas abrangidas por radiação com níveis elevados.

Todos os extremófilos descobertos são classificados em termos ambientais, ou seja, onde foram encontrados nos quais são capazes de desenvolver. Vale ressaltar que essa classificação não é exclusiva, dado que muitos extremófilos podem ser inseridos em mais do que uma categoria, vide quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos seres extremófilos (adaptação Maia; Dias, 2012).

Parâmetro ambiental	Designação	Características
Temperatura	Hipertermófilo Termófilo Mesófilo Psicrófilo	Vive a 80-115 °C Vive a 60-80 °C Vive a 15-60 °C Vive abaixo de 15°C
Radiação	Radiófilo	Tolera a radiação UV e gama
Pressão	Barófilo Piezófilo	Amante de peso Amante de pressão
Gravidade	“Hipergravidófilo” “Hipogravidófilo”	Vive a mais de 1 G Vive a menos de 1 G
Vácuo	“Vacuófilo”	Tolera vácuo sideral
Umidade	Xerófilo	Vive em meio anidro
Salinidade	Halófilo	Amante de sal (NaCl 2-5 M)
Acidez (pH)	Acidófilo Alcalófilo	Vive em pH menor que 5 Vive em pH maior que 9
Oxigênio	Anaeróbico Microaeróbico Aeróbico	Vive de CO ₂ puro Tolera algum oxigênio Tolera concentrações elevada de metais
Meio físico	Endólito Hipólito Oligótrofo	Vive no interior das rochas Idem, em desertos frios Vive com nutrição escassa

O estudo e a procura de seres extremófilos estão ampliando a visão do que é a vida. 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 possua 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 discutida mais acima (BERNARDES, 2013), abarcando ambientes onde a vida complexa não

sobreviveria. Assim, as pesquisas sobre os extremófilos mostraram que as chances de encontrar vida em outro local do Universo são bem maiores do que antes se supunha.

2.2.3. *Da Astroquímica à Astrobiologia*

O cenário mais convencional em astrobiologia é o de que a água é essencial para vida. De fato, além da água ter diversas propriedades que a tornam um bio solvente propício para reações químicas complexas que levam à vida, os seus dois constituintes, hidrogênio e oxigênio são os dois elementos quimicamente ativos mais abundantes do Universo (o segundo elemento de maior abundância cósmica é o hélio, mas ele, sendo um gás nobre, é quimicamente inerte). Ademais, o oxigênio, juntamente com o carbono, está entre os elementos mais antigos do Universo, tendo sido formado, por nucleossíntese estelar, durante a primeira geração de estrelas, surgida 300 milhões de anos depois do Big Bang. O hidrogênio e o hélio já estavam presentes nessa época, pois havia, sido formados durante nucleossíntese primordial que ocorreu quando o Universo tinha entre alguns segundos e alguns minutos de idade. Posteriormente, novas gerações de estrelas enriqueceram o cosmos com todos os elementos da tabela periódica. No Universo, hidrogênio e hélio são de longe os mais abundantes, e todos os demais elementos não chegam a contribuir com um total de 2% dos átomos do Universo. Assim, a “Tabela Periódica dos Astrônomos” é dominada pelo hidrogênio e hélio, como podemos ver na figura 5, que apresenta os 10 elementos mais abundantes do Universo (McCall 2006).

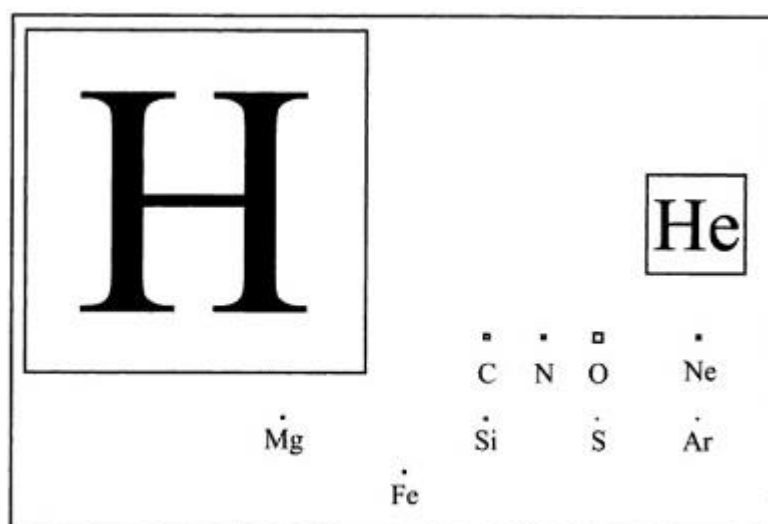


Figura 5 - A Tabela Periódica dos Astrônomos. A área do quadrado correspondente à cada elemento químico é proporcional à sua abundância cósmica. Fonte: McCall 2006.

Os outros átomos biogênicos, ou seja, aqueles que constituem a matéria biológica, nitrogênio e a maior parte do carbono, também foram formados em quantidades significativas cerca de um bilhão de anos depois da primeira geração de estrelas, quando estrelas um pouco maiores que o Sol começaram a morrer. Esses quatro elementos químicos: C, H, O e N são os quatro elementos quimicamente ativos mais abundantes do Universo (o hélio é o segundo elemento mais abundante do Universo, mas ele é um gás nobre e portanto quimicamente inerte) e também os quatro elementos mais abundantes dos seres vivos formando mais de 99% da matéria viva, o que deu origem à sigla CHON.

Do ponto de vista do conteúdo molecular cósmico, muitas das moléculas mais abundantes do universo são um substrato para a vida terrestre e provavelmente para a vida em toda parte. Não é só a água que é comum no universo, sendo a terceira molécula do cosmos mais abundante depois do hidrogênio molecular e do monóxido de carbono. O carbono orgânico (caracterizado pela presença do radical CH) é encontrado em grande proporção em ambientes astrofísicos mais diversos, indo desde as galáxias mais distantes até a atmosfera da Terra e de Titan, a lua de Júpiter, passando pelo meio interestelar, pelos discos protoplanetários, regiões de formação estelar e envelopes de estrelas em seus estágios finais de evolução estelar.

Um grande avanço tecnológico que permitiu o reconhecimento de que o Universo é rico não só em água (em geral na forma de gelo ou vapor d'água) mas também em orgânicos foi desenvolvimento da astronomia de infravermelho e da astronomia milimétrica. Uma descoberta particularmente importante foi a das “Bandas Aromáticas no Infravermelho” atribuídas aos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs, na sigla em inglês). 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 astrobiológico, 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 no meio interestelar local e das galáxias a altos *redshifts*, que

podem ser usadas como referência para a Galáxia em seus primeiros estágios de evolução (GUIMARÃES, 2000). 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 protobiótico é um dos fatores que dá um forte apoio à possibilidade de vida no cosmo. O presente capítulo procurou traçar um pequeno panorama de alguns desenvolvimentos, que mesmo não estando inicialmente relacionados entre si, construíram uma forte base para a consolidação da astrobiologia. Ao buscar responder aquela antiga questão da humanidade “Estamos sós?”, as “descobertas, projetos e reflexões da astrobiologia deverão acarretar uma revolução em nosso modo de vida e visão de mundo” (FRIAÇA, p. 96, 2010). E Souza (2013, p.26) complementa:

A humanidade como única representante da vida complexa inteligente estava liberta de todas as barreiras lógicas erigidas por ela mesma no discurso do entendimento da vida. Estávamos livres para buscar a nossa até então silenciosa companhia cósmica. No entanto, estas grandes descobertas ainda não fazem parte da realidade das pessoas, são conceitos ainda muito distantes.

Nesta perspectiva, acredita-se que o estudo da temática da astrobiologia possibilita aos envolvidos uma nova relação com o cosmo, acarretando a possibilidade de se tornar responsável em relação à vida presente nele, alimentando uma nova escala de valores, como aquela presente na perspectiva da vivência ser humano-cosmo, proposta por Medeiros (2006).

CAPÍTULO III – COSMOEDUCAÇÃO

*O todo sem a parte não é todo,
A parte sem o todo não é parte,
Mas se a parte o faz todo, sendo parte,
Não se diga, que é parte, sendo todo.*

Gregório de Matos

Como não olhar aos céus e admirar seu esplendor? Na atualidade isso parece tão raro que momentos de deslumbre são quase inexistentes. Observar a abóbada celeste é algo isolado de nossas vidas, algo que tem sua importância, mas não interage com a nossa rotina. Grande parte da população, quando questionada sobre o que é meio ambiente, refere-se a algo externo, considerando-o como tudo que está em sua volta. Não nos damos conta de que somos parte integrante desse ambiente e, portanto, somos o ambiente. Também é comum não incluir o cosmos no meio ambiente (MEDEIROS, L; 2006, p.12). Com essa preocupação, a inserção de práticas em ressonância com a astrobiologia pode propiciar uma ampliação da visão de mundo dos envolvidos na medida em que a pessoa se percebe de modo mais integrado no universo. Como aponta Medeiros (2006, p. 35), embora não em uma perspectiva astrobiológica, mas astronômica, que trabalhar com esses conteúdos:

“... do ponto de vista tradicional, de modo a valorizar somente o acúmulo de informações, dados matemáticos e técnicas em geral, não propiciam condições favoráveis para potenciais mudanças na visão de mundo do sujeito em questão. Por mais fascinante e envolvente que seja um conhecimento, isso não garante que ele, por si só, seja transformador. A *forma* como esse saber será vivenciado é que proporcionará, ou não, mudanças no modo do educando perceber o mundo”.

Medeiros (2006) traduz muito bem a prática que se almeja na nossa proposta. Usando o conceito das IIR, que será discutido adiante, examinaremos qual *forma* poderá proporcionar mudanças nos envolvidos. Faremos assim uma breve análise da mudança almejada. Falar sobre mudança comportamental seria preciso tratar de uma enorme diversidade de práticas e valores, que refletem a história e expressam as características das sociedades humanas. No entanto, como afirma Menezes (2005, p. 5),

“Superpondo-se a esta diversidade e convivendo com ela, foi instalado nos quatro últimos séculos uma cultura de produção e de consumo, num processo global e vertiginoso acelerado pelas revoluções industriais, que hoje constitui uma cultura universal. Qualquer sociedade atual, não importando quais sejam seus cultos religiosos ou sua organização social e política, faz uso de eletricidade, de transportes automotivos, de vacinação, de radiocomunicação

e de inúmeras outras técnicas, que são manifestações e instrumentos práticos da cultura científica e tecnológica.”

De acordo com Vajpeyi (1995), apud Medeiros (2006), a proposta de qualquer sistema educacional é, de alguma forma, promover o desenvolvimento integral do indivíduo, contextualizando o aprendizado para esclarecer ao aluno sobre si mesmo e as relações com o meio ambiente que o cerca. Nesse ponto, como afirma a autora, o atual sistema educacional tem falhado em grande escala, especificamente no que diz respeito a relação com o ambiente natural que cerca o aluno, e tem ignorado em grande grau o impacto das ações predadoras do ser humano em relação à natureza em prol de servir a uma visão globalizadora baseada no comércio e no processo econômico. A abordagem cosmoeducativa em educação busca reestabelecer as inter-relações entre homem/natureza/cultura. Ademais, esse enfoque comporta naturalmente a transgressão das fronteiras entre as disciplinas. Por fim, Cosmoeducação, na visão de Medeiros (2006), promove desenvolvimento vivencial da unidade ser humano-cosmo. Um instrumento para esse desenvolvimento é o conceito de “consciência cósmica”, encontrado na psicologia transpessoal de Pierre Weil: “a dissolução do ego através da ampliação do campo dos níveis de realidade, da desidentificação dos diferentes planos experienciais e do controle dos diferentes degraus da consciência, é o caminho para a consciência cósmica” (WEIL 1989, p.72).

A compreensão das questões suscitadas pela astrobiologia requer uma capacidade de abstração e de se colocar além da nossa perspectiva pessoal e planetária. Nesse sentido, algo que, durante o processo de aprendizagem, frequentemente não recebe a atenção devida é que a expansão da compreensão envolve uma expansão da consciência. Essa consciência expandida pode ser compreendida dentro do referencial teórico da “consciência cósmica”, mas ela também pode ser entendida como o desenvolvimento de uma “consciência global”, uma consciência de coletividade global e de solidariedade de espécie:

“O despertar de uma consciência coletiva sobre a necessidade de tomadas de decisões a respeito do meio ambiente, exige discussões que vão além dos temas usuais, como aquecimento global e economia verde. Muito mais que decisões de cúpulas governamentais e tratados políticos, as questões ambientais envolvem uma ampla reflexão do ser humano. É preciso despertar mestres e aprendizes para que seja coletivamente tolerantes, críticos, ousados, criativos, idealistas, estrategistas, debatedores, não mais espectadores e recitadores de informações, mas, sim, pensadores sobre si próprios e sobre a natureza.” (STEFFANI 2014, p. 385)

CAPÍTULO IV – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

A proposta cosmoeducativa, em virtude de suas práticas e reflexões contribuirão para a ampliação da consciência humana, correlaciona-se os objetivos da ACT. Assim, esse capítulo discutirá a ACT, tentando relacioná-la com as concepções cosmoeducativas.

Existe uma grande dicotomia entre a ciência dos cientistas e a ciência nas escolas. Ensina-se uma ciência descontextualizada, que mal chega ao século XX. É preocupante como o ensino não tem acompanhado o desenvolvimento científico e cada vez mais se distancia das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais. Conforme Bettanin (2003), essa dicotomia torna mais difícil para o aluno relacionar o que aprende em sala nas diferentes disciplinas com as situações reais vividas por ele. Também tem dificultado o estabelecimento de relações entre aquilo que aprende em uma disciplina e o que aprende em outra. Por exemplo, se os professores de química e física trabalham o conceito de átomo, o aluno não consegue perceber que ambos estão falando da mesma coisa. Para ele, o átomo da física é diferente do átomo da química. Além disso, a abordagem de conceitos como esses não incentiva o aluno a perceber a vinculação do conhecimento científico com o seu cotidiano. Isso explica, em grande parte, o desinteresse dos alunos pelas disciplinas científicas.

Alfabetizar cientificamente os nossos alunos é um problema a ser encarado não somente pela comunidade escolar, mas também por toda a sociedade e o ensino de disciplinas científicas, como bem se sabe, é uma maneira de contribuir para isso. Cazelli (1992) argumenta que as escolas não têm condições de proporcionar à sociedade todas as informações científicas que os alunos necessitam para compreender o seu mundo em mudança. Como a escola não tem toda essa autonomia, ela deverá, ao longo da escolarização, propiciar aos alunos como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária, entrando em cena os espaços não formais como museus, observatórios, zoológicos, internet, entre outros. Os PCNs, a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias apresenta competências relacionadas à ACT, e, embora não utilize essa nomenclatura, lista diversas habilidades que se espera encontrar entre os alfabetizados cientificamente:

A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de

produção de conhecimentos, bens e serviços... E, ainda, cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas” (Brasil, 2000, p. 21).

Nesse sentido, verifica-se que ACT vem ao encontro da proposta de ensino dos PCNs por que ambas buscam a autonomia dos indivíduos frente ao mundo científico-técnico em que vivem e a necessidade de desenvolver certa familiaridade com relação às ciências e à tecnologia para poder viver no mundo de hoje.

A definição de alfabetização científica como a capacidade do indivíduo ler, compreender e expressar opinião sobre assuntos que envolvam a Ciência, segundo Miller (1983), parte do pressuposto de que o indivíduo já tenha interagido com a educação formal, dominando, desta forma, o código escrito. Lorenzetti e Delizoicov (2001) contra-argumentam que é possível desenvolver uma ACT nas séries iniciais do Ensino Fundamental, mesmo antes do aluno dominar o código escrito. Por outro lado, ACT poderá auxiliar significativamente o processo de aquisição do código escrito, propiciando condições para que os alunos possam ampliar a sua cultura. Em suma, as práticas que visam a ACT podem ser utilizadas em todos os contextos da EB.

Por meio da revisão realizada sobre a ACT, Sasseron e Carvalho (2011), perceberam que diferentes autores listam diversas habilidades necessárias entre os alfabetizados cientificamente. Defendem ainda que, embora haja listas diferentes de tais habilidades, os pontos discutidos nos trabalhos da revisão, em seu âmago, explicitam informações comuns que permitiram as autoras afirmar a existência de convergências entre as diversas classificações. Assim, Sasseron e Carvalho (2011) definiram três blocos que englobam todas as habilidades listadas pelos diversos autores estudados na revisão. Deram o nome de **Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica** para esses grupos, pois no seu entendimento, esses três eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas que visando à ACT, como pode ser observado na figura 6.

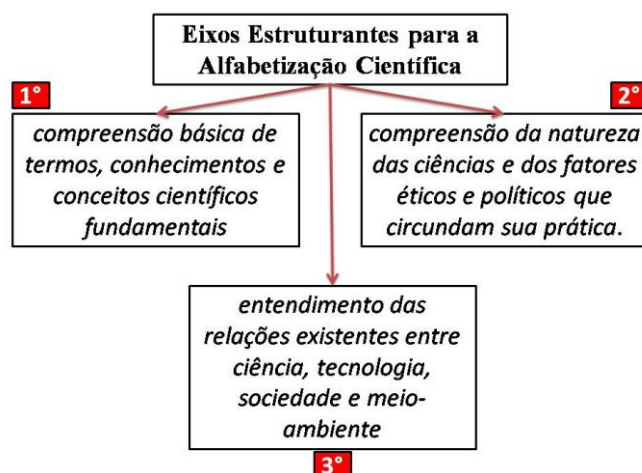


Figura 6 - Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica segundo Sasseron e Carvalho (2011).

O primeiro desses três eixos estruturantes refere-se à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e concerne à possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**. Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista à sala de aula, esse eixo fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises, considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da ACT compreende o **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre essas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo deve estar presente na escola quando se tem em mente um futuro sustentável para a sociedade e o planeta.

Na concepção das autoras, as propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da ACT, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

Com base nos eixos estruturantes da Alfabetização Científica verifica-se a extrema relação das concepções cosmoeducativas com a ACT. O primeiro eixo estruturante está relacionado com as necessidades humanas mais básicas como alimentação, saúde e habitação. Uma pessoa com conhecimentos mínimos sobre estes assuntos pode tomar suas decisões de forma consciente, mudando seus hábitos, preservando a sua saúde e exigindo condições dignas para a sua vida e a dos demais seres humanos. Assim, a ACT poderia apresentar um espectro muito mais amplo, incluindo uma ampliação de uma nova visão de mundo numa perspectiva cósmica que segundo Medeiros (2006, p.33),

Entendemos que quando o ponto referencial é ampliado, sai do nosso “umbigo”, do nosso bairro, da nossa cidade, país, continente, planeta, galáxia, etc., há uma tendência a minimizarmos as diferenças, preconceitos, e a desenvolvermos uma atitude mais universalista e solidária. consequentemente, tomamos consciência que não só estamos influenciando o nosso lar, o nosso trabalho, mas todo o planeta e todo o universo.

Isso pressupõe uma nova tomada de rumo perante o novo conhecimento aprendido, ou seja, quando o aluno aplica o novo conhecimento científico em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia, ele poderá tomar decisões mais conscientes perante o ambiente (Universo) do qual faz parte, promovendo, quase via de regra, uma ampliação da consciência.

No segundo eixo estruturante, seria tornar o cidadão mais atento para a Ciência e seus problemas, de modo que ele e seus representantes possam tomar decisões mais bem informadas. Assim, o cidadão é capacitado a compreender os procedimentos e processos que fazem da Ciência um dos caminhos para o conhecimento, ou seja, não se dicotomiza os processos e os produtos da Ciência. E por fim, em relação ao 3º eixo seria interessante levar em conta que, conforme Medeiros (2006, p.95),

O estado de consciência usual do dia-a-dia, que normalmente experimentamos, não nos permite ter uma visão mais integrada entre o que existe “fora” de nós e nós mesmos e, frequentemente, nos percebemos como estando dissociados dos eventos que ocorrem na natureza e no cosmo.

Nesse contexto, em ressonância com o terceiro eixo estruturante, o estudante inicia um processo de percepção sistêmica das relações de interdependência que existe entre tudo, e, em particular, das relações entre ele e tudo o mais que há no universo, ao mesmo tempo em que

mantém sempre consciente o fato de ele ser uma parte deste. Portanto, além de ampliar o vocabulário, passa a se apropriar de esquemas conceituais e métodos processuais, incluindo compreensões sobre Ciência, sendo assim, capaz de adquirir e explicar conhecimentos, além de aplicá-los na solução de problemas do dia-a-dia. Vale ressaltar que essas características de uma pessoa cientificamente instruída, segundo Hurd (1998), não são ensinadas diretamente, mas estão embutidas no currículo escolar, no qual os alunos são chamados a solucionar problemas, a realizar investigações, a desenvolver projetos em laboratório de apoio e experiências de campo.

CAPÍTULO V – ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE

Recordando os objetivos centrais desse estudo, o que se almeja é uma ACT que inclua uma vivência da unidade ser humano-cosmo, com enfoque na construção de uma atmosfera interdisciplinar. Para isso, deve-se estar ciente dos mecanismos que sustentará esta prática. Sobre as práticas interdisciplinares, que nos dias de hoje é uma questão muito debatida no âmbito da educação, verifica-se um clamor por parte dos profissionais da educação na sua inserção no ambiente escolar. No convívio diário em sala de aula percebe-se a predominância de uma abordagem eminentemente disciplinar, onde o mundo cotidiano é sacrificado em prol de um mundo conceitual. Mas existe outra forma de interação com o mundo, conectando os conhecimentos disponíveis a projetos de ação sobre o mundo (PIETROCOLA, et al, p.132, 2003). Assim haveria a construção de uma atmosfera interdisciplinar.

Dentro dessa perspectiva, Schmitz e Filho (2004) propõem trabalhar um tema em sala de aula com abordagens de diferentes disciplinas. Desse modo se compreenderia a ligação entre as diferentes áreas de conhecimento, unindo-as para alcançar algo inovador, abrir sabedorias, resgatar possibilidades e ultrapassar o pensar fragmentado.

Nos estudos de Batista et al. (2008) sobre interdisciplinaridade, há uma gama de trabalhos que buscam fundamentar a introdução de práticas interdisciplinares no âmbito escolar. Conforme Batista et al (2008), a introdução de práticas interdisciplinares no âmbito escolar é um de dois enfoques principais. Esse enfoque está ligado a uma perspectiva instrumental e metodológica (LENOIR, 1998, p. 48) ou a uma prática particular e específica, direcionada para a abordagem de problemas relacionados à existência cotidiana (FOUREZ, 1995, p. 136). O segundo enfoque é aquele diretamente relacionado ao saber, que visa principalmente unificar o conhecimento científico (LENOIR, 1998, p. 49), o que pode ser entendido como a constituição de uma **ciência da ciência** (Fourez, 1995, p. 134). Outro aspecto importante de tais estudos é a diferenciação das práticas interdisciplinares presentes na pesquisa científica e na EB.

As sistematizações realizadas por Lenoir (1998, p. 47-52), apud Batista et al (2008), a partir da análise de disciplinas escolares e científicas, para o segundo enfoque, revelam alguns aspectos característicos tais como as **finalidades** a que se destinam, os **objetos de estudo** e as **consequências**, que indicam distinções importantes entre pesquisa e ensino, de maneira que a interdisciplinaridade, tal como entendida na pesquisa científica, pode não ser adequada para fundamentar a condução de uma prática educativa interdisciplinar.

Do outro lado da balança, Lenoir e Larose (1998), enfatizam os aspectos relacionados à organização das práticas interdisciplinares, destacando a necessidade da realização de um planejamento coletivo das ações nos níveis curricular, didático e pedagógico e a elaboração ou adoção, por parte dos professores, de **modelos didáticos interdisciplinares**.

Outra perspectiva de organização de um trabalho interdisciplinar como prática educativa é apresentada por Santomé (1998, p. 222-265), que defende a elaboração de **unidades didáticas integradas**, uma proposta de trabalho que visa iniciar um processo cujo objetivo maior é o de chegar a um **currículo integrado**.

Ainda com relação às formas de conceber um trabalho interdisciplinar no âmbito escolar, temos a proposta desenvolvida por Fourez, Mathy e Englebert-Lecomte (1993), que se preocupam com a ACT, defendendo o desenvolvimento das IIR.

Tendo tal diferenciação sido explicitada e considerando a organização do espaço e do tempo escolares, a estrutura e os recursos disponíveis na EB, para o caso que nos interessa, em relação às formas de conceber um trabalho interdisciplinar no âmbito escolar, buscou-se uma forma de implementar a ACT, baseando-a nas IIR, uma proposta desenvolvida por Fourez (1994), apud Nerhringet al (2002).

As IIR, segundo Pietrocola et al (2003), caracterizam-se pela capacidade do indivíduo de compreender e/ou inventar **representações teóricas** sobre problemas. Os problemas se inserem dentro de contextos multifacetados, com várias abordagens possíveis. As representações teóricas produzidas nesse contexto são, por princípio, interdisciplinares, pois não é possível que um problema verdadeiro seja absorvido por uma única disciplina sem perda de significado. Construir uma IIR é, desta forma, inventar uma modelização adequada de uma situação, de modo que seja possível comunicar ou agir sobre o assunto tratado. As IIR são subordinadas aos conhecimentos provenientes de diversas disciplinas e de saberes da vida cotidiana. A eficiência e o valor de uma IIR dependem da capacidade dela fornecer uma representação que contribua para a solução do problema a que se propôs.

Segundo Bettanin (2003), uma IIR “visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado” (Fourez, 1997, p. 121), permitindo ao indivíduo se comunicar e agir sobre o assunto. Na elaboração dessa representação teórica da situação, os conhecimentos científicos e tecnológicos não existem separadamente. Dessa forma, elaborar uma IIR não significa descobrir uma nova teoria, mas sim “inventar uma teorização” adequada à situação problema.

5.1. Tipos de Ilhas de Racionalidade

Conforme Fourez (1997), apud Bettanin (2003), uma IIR pode ser de três tipos:

1° - As que se organizam em torno de uma noção se parecem mais com as perspectivas científicas tradicionais, por não se inventar uma representação da noção, mas sim usar uma representação multidisciplinar já estruturada ao longo do tempo. Neste tipo de Ilha, a preocupação não é necessariamente utilitária. Exemplo: noção de energia, fotossíntese, efeito estufa, contágio, poluição, etc.

2° - As que se organizam em torno de um projeto visam proporcionar uma tomada de decisão e a invenção (construção) de uma representação para uma situação-problema. Exemplo: como realizar a instalação elétrica de uma residência, como evitar a infecção pelo vírus HIV, como escolher um apartamento, etc.

3° - As que se organizam em torno de uma tecnologia são construídas para compreender uma situação em que um componente tecnológico é o foco principal. Exemplo: o funcionamento do forno micro-ondas, a elaboração de um manual de instruções sobre o ferro de passar roupas, a instalação de uma usina nuclear, etc.

Pietrocola et al (2003) afirmam que, ao se construir uma IIR, surgirão questões específicas ligadas a conhecimentos determinados, que poderão ou não ser respondidas, conforme a orientação do projeto. O domínio desconhecido aos quais estas questões estão relacionadas é denominado caixas-pretas. A decisão de abrir ou não estas caixas, ou seja, de aprofundar ou não determinado conhecimento, cabe à equipe executora, que pode ser constituída por profissionais de uma empresa, um grupo de professores de uma escola, grupo de alunos e professores – ou um indivíduo. A abertura de caixas-pretas significa a construção de modelos, geralmente disciplinares, que contribuam para a explicação de algum aspecto da situação-problema enfocada. O uso das caixas-pretas está relacionado com os pré-requisitos do projeto que pretendemos desenvolver. Como no desenvolvimento do projeto se parte de uma situação-problema, é importante definir o que precisamos conhecer de uma teoria ou de um modelo para resolvermos inteligentemente a situação proposta.

5.2. Etapas para a Construção de uma IIR

Para a construção de uma IIR, Fourez (1997), apud Bettanin (2003), indica uma sequência de etapas que consiste em procedimentos sugeridos para facilitar e delimitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, evitando que se torne muito abrangente e

prejudique a realização dos objetivos propostos pela IIR. Segundo Santomé (1998), essas etapas não são rígidas. No entanto, elas cumprem objetivos básicos, descritos por Klein apud Santomé (1998), como: definição do problema; estudos e pesquisas a serem empreendidos; avaliação, adequação e relevância das respostas obtidas. As etapas de construção, conforme Bettanin (2003), são:

1° - Fazer um Clichê da Situação Estudada: Clichê é um conjunto de perguntas levantadas com o grupo no qual se desenvolve o projeto. Estas expressam as concepções e as dúvidas iniciais do grupo com relação à situação abordada. Podemos considerar esta fase como a situação-problema. É o ponto de partida da pesquisa. Por meio dela serão levantados todos os tipos de questão, desde as mais gerais até as mais precisas. Nesta etapa, podemos ainda optar pela exposição de um técnico, ou ainda pela desmontagem de um aparelho a estudar, quando for o caso.

2° - Panorama Espontâneo: Esta etapa busca aprofundar a primeira, na medida em que professor e alunos identificam juntos questões que foram negligenciadas pelo grupo e que são relevantes. Esta etapa, durante a qual ainda não se apela aos especialistas, é constituída das seguintes ações:

- **Listagem dos atores envolvidos**

Considerando que seja uma atividade de sala de aula, os atores poderiam ser os alunos e os professores de uma determinada série do EM. Tal listagem também poderia ser ampliada, explicitando outros atores cuja atividade se relaciona com a situação.

- **Pesquisa de normas e condições impostas pela técnica**

Trata-se do levantamento das normas de utilização do ponto de vista técnico ou comercial, bem como das normas definidas pela cultura.

- **Lista dos jogos de interesse e das tensões**

São levantados questionamentos a respeito das vantagens e desvantagens, valores e escolhas relacionadas ao problema proposto pelo projeto.

- **Listagem das caixas-pretas**

É preciso decidir quais as caixas-pretas que podemos abrir, para fazer um estudo mais aprofundado. A escolha das caixas-pretas que deverão ser abertas dependerá do contexto e do projeto.

- **Lista de bifurcações**

Uma bifurcação “designa um momento em que o autor social tem que optar entre dois caminhos, duas estratégias” (Fourez, 1997, p.115). Muitas destas seleções são técnicas, mas algumas têm dimensão ética.

- **Lista de especialistas e especialidades pertinentes**

Tem por objetivo aprofundar as informações necessárias e corrigir as representações equivocadas dos membros das equipes. A cada caixa-preta pode corresponder um especialista.

3º - Consulta aos Especialistas e às Especialidades: Quando desenvolvemos um projeto, nem sempre os membros da equipe conseguem esclarecer ou discutir a respeito de determinado assunto envolvido na situação. Pode haver necessidade de consultar especialistas para esclarecimento das dúvidas estabelecidas. A equipe do projeto define quais serão os especialistas que serão consultados. Para a escolha dos especialistas é fundamental observar dois critérios: a situação e o projeto a ser desenvolvido e os objetivos escolares.

4º - Ida à Prática: Esta é uma etapa de aprofundamento da situação proposta, que por sua vez é definida pelo projeto e pela equipe que o desenvolve. Nela ocorre um confronto entre a própria experiência e as situações concretas. Deixamos de pensar sobre a situação para confrontá-la com a prática. Esta etapa pode ser trabalhada de várias maneiras: entrevista com uma pessoa, leitura de texto explicativo, desmontagem de um equipamento etc.

5º - Abertura Aprofundada de Algumas Caixas-Pretas e Descoberta de Princípios Disciplinares que formam a Base de uma Tecnologia: Esta etapa marca o momento da proposta em que se pode trabalhar uma disciplina específica, a base original de tratamento do assunto que se pretende examinar. Caracteriza-se pelo estudo mais aprofundado de algum ponto abordado pelo projeto, presente na abertura de caixas-pretas. Isto pode acontecer com a ajuda ou não de especialistas. A abertura das caixas deve estar condicionada ao contexto, ao projeto, aos produtores e destinatários da ilha de racionalidade.

6º - Esquematização Global da Tecnologia: Esta etapa pode consistir na elaboração de uma síntese do objeto da ilha de racionalidade. Pode ser um resumo ou uma figura a partir da qual se possa construir uma representação teórica da situação.

7º - Abrir Algumas Caixas-Pretas sem a Ajuda de Especialistas: Todos construímos explicações para situações do cotidiano, mesmo sem conhecer todos os conceitos científicos e técnicos envolvidos. Essas construções provisórias são de extrema importância, pois produzem o sentimento de autonomia frente ao cotidiano.

No nosso cotidiano existem situações que exigem de nós uma tomada de decisão concreta que envolve vários fatores interdisciplinares, com possibilidade de consulta a especialistas. Como nem sempre temos especialistas disponíveis, devemos incentivar nos alunos a construção de IIR para poder resolver tais situações de maneira autônoma. Desta forma, a construção de modelos aproximados deveria ser um objetivo educacional a ser perseguido na escola. A partir de explicações iniciais podemos trabalhar de forma a aprofundar o modelo inicialmente criado.

8º - Síntese da Ilha de Racionalidade Produzida: Nesta etapa, é apresentado o resultado final da IIR construída. Ele pode ser apresentado de diferentes maneiras: como um relatório, como texto informativo, etc. Este material é importante para que as etapas anteriores sejam encaradas sob a perspectiva da produção de um resultado concreto. Este material pode servir ainda de subsídio para outros trabalhos complementares que também podem ser considerados como produto final da Ilha; é o caso dos seminários, das peças de teatro, das fitas de vídeo, etc.

Pietrocola et al (2003) conclui que as etapas permitem que o trabalho vá sendo delimitado ao longo do processo e que atinja um resultado final dentro dos contornos pré-definidos, pois por sua própria natureza, os projetos tendem a ser demasiadamente abertos e amplos.

Outro ponto importante a ser destacado, é que um produto deve estar sempre associado à situação-problemática proposta. Desta forma, tem-se um contexto que limita as ações a serem empreendidas no interior do projeto. O tipo de produto deve estar muito claro no início do projeto, de modo a evitar que este se torne tão abrangente que não seja possível concluí-lo. As etapas, embora apresentadas de maneira linear, são flexíveis e abertas. Em alguns casos podem ser suprimidas, ampliadas e revisitadas.

CAPÍTULO VI – ASTROBIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Não se pode fazer um trabalho, ignorando estudos relacionados, pensando, ingenuamente, que nunca foi feito nada parecido. Desse modo, busca-se neste capítulo tratar dos trabalhos que estejam direta ou indiretamente relacionados com esta pesquisa, além de refletir sobre a escassez de trabalhos brasileiros e também apresentar a nova edição do Disparada para Marte.

6.1. Estudos Relacionados

Fazendo uma breve pesquisa sobre o tema da astrobiologia numa perspectiva voltada para o ensino de ciência, encontramos alguns trabalhos, ainda em um estágio exploratório, voltados mais para a divulgação científica do que para o ensino. Entre esses, podemos citar Damineli (2010), Quillfeldt (2010) e Paulino-Lima & Lage (2010), trabalhos que apontam algumas considerações metodológicas em relação à astrobiologia, além de discutir uma breve contextualização histórica e filosófica desse ramo da ciência. Diferentemente desses trabalhos, outros, agora com ênfase em práticas no ensino de ciência, são Souza (2013), Monteiro & Fonseca (2014), Neitzel (2006), Nogueira (2009), Rascalha (2015), Athayde (2015) e Nascimento (2015). Antes de discutir esses trabalhos, vamos examinar as disciplinas sobre a temática oferecidas por algumas universidades brasileiras, que de modo direto ou indiretamente contribuíram para os trabalhos acima citados.

Como aponta Rodrigues et al (2012), no Brasil, até o momento, não há licenciatura ou pós-graduação especificamente na astrobiologia, mas várias universidades têm disciplinas e cursos que tratam da temática.

A primeira ocorrência de um curso sobre astrobiologia, segundo os autores, foi na Universidade do Vale dos Sinos (Unisinos), com a disciplina chamada bioastronomia, criada no início de 2001 (LEITÃO da SILVA, 2006)³. Em 2002, foi criada uma disciplina em exobiologia para alunos de graduação em biologia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), coordenada pelo professor Quillfeldt em colaboração com professores de diferentes áreas, como biologia, física e geociências (QUILLFELDT, 2010)⁴. Na Universidade Estadual de Londrina (UEL), Zaia e colaboradores criaram, em 2003, sua

³ Leitão da Silva, L.A. Inteligência extraterrestre – perspectivas científicas. (2006). Disponível em: <http://www.unisinos.br/exponha-se/body_61.htm> Acesso em 1. Fev. 2017.

⁴ Quillfeldt, J. Disciplina BIO10–012: Exobiologia (2010). Disponível em: <<http://exobiologia.ufrgs.br/>> Acesso em 1. Fev. 2017.

primeira iniciativa em astrobiologia com o curso “Origens e evolução do Universo, Terra e vida”, constituído de 5 palestrantes. O evento foi repetido em 2004 e, desde 2005, é um curso de especialização formal com o mesmo nome (mais tarde renomeado para Astrobiologia), com uma carga horária total de 360 horas (ZAIA 2012)⁵ (RODRIGUES et al, 2012).

No ano de 2003, o Departamento de Astronomia da Universidade de São Paulo criou uma disciplina de graduação chamada "Vida no Contexto Cósmico" (AGA0316)⁶, já citada anteriormente, coordenada pela primeira vez pelo Professor Augusto Daminelli e posteriormente coordenada pelos Professores Amâncio Friaça e Eduardo Janot-Pacheco. Essa disciplina teve uma grande penetração na universidade, apresentando uma frequência recorde de 108 alunos em 2009. Atualmente, existem diversos cursos de astrobiologia no Brasil, como na Universidade Federal do Rio de Janeiro (SIGA 2012)⁷, na Universidade do Vale do Paraíba e outros (RODRIGUES et al, 2012).

Um impacto importante, segundo os professores Friaça e Janot-Pacheco (2014), em relação à disciplina AGA0316, mas que se pode estender aos demais cursos apresentados é que vários alunos que participaram desses cursos se envolveram ativamente no ensino e divulgação de ciências, tendo assim um importante papel na promoção da ACT.

Voltamos agora aos trabalhos focando a astrobiologia dentro do EB. Em sua dissertação, Souza (2013) busca investigar a relação dos professores de ciências com os saberes que compõem a temática da astrobiologia, quais obstáculos terão de ser superados e quais as reais possibilidades de trabalho existentes na atual realidade do ensino de ciências. Já o trabalho de Monteiro & Fonseca (2014) era preocupado em investigar as concepções alternativas de alunos do 6º ano do ensino fundamental de uma escola municipal de Rio de Janeiro sobre a astrobiologia, buscando saber como eles entendem a possibilidade de existência de vida extraterrestre. A dissertação de Neitzel (2006) tinha por objetivo examinar projetos que introduziam alunos do 2º ano do EM no campo da astronomia, utilizando os conhecimentos pré-adquiridos de Física no 1º ano, com ênfase na astrobiologia. Esse trabalho resultou em um CD que contém todo material produzido durante o projeto, colocando-o a disposição de futuros pesquisadores interessados na temática.

⁵ Zaia, D.A.M. Website da disciplina Astrobiologia – Universidade estadual de Londrina. (2012). Disponível em:<<http://www.uel.br/pos/astrobiologia/>> Acesso em 1. Fev. 2017.

⁶ Friaça, A.C.S. Website da disciplina Vida no Contexto Cósmico (AGA0316) no ano de 2009. (2009). Disponível em:<<http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316.htm>> Acesso em 1. Fev. 2017.

⁷ SIGA. Website da disciplina OVL504-Astrobiologia. (2012). Disponível em:<<https://siga.ufrj.br/sira/repositorio-curriculo/disciplinas/33228B29-92A4-F79D-273E-07BD579E9377.html>> Acesso em 1. Fev. 2017.

Nogueira (2009) aborda a astrobiologia em um capítulo do livro *Astronáutica*. Livro que faz parte da coleção **Explorando o Ensino**, que foi uma iniciativa da Secretária de Educação Básica (SEB) do Ministério da Educação (MEC) e da Agência Espacial Brasileira (AEB), por meio do Programa AEB Escola. A coleção tem como objetivo, apoiar o trabalho do professor em sala de aula, oferecendo um rico material didático-pedagógico, referente às diversas disciplinas da grade curricular. Nesse trabalho, o autor discorre sobre a imaginação, que segundo ele, é uma qualidade essencial a qualquer cientista. A discussão sobre a imaginação serve de gancho para a citação de um influente astrônomo americano do século 19, Percival Lowell. O astrônomo americano decidiu investir sua fortuna na construção de um observatório para estudo do planeta Marte. Com suas observações, Lowell apresentou uma hipótese fantástica sobre extensas linhas visíveis em Marte que seriam canais que estavam sendo construídos por uma civilização marciana avançada, na tentativa de sobreviver em meio a um violento processo de desertificação de seu mundo.

Como base nessa fascinante narrativa, Nogueira introduz os primeiros indícios metodológicos sobre as possibilidades de vida em outros corpos celestes além do nosso planeta, Terra. Encontra-se também nesse trabalho um texto sobre os extremófilos. Discute-se também a possibilidade de encontrar vida em corpos celestes fora da zona habitável. Trata-se em fim, de um conjunto de textos de qualidade, bastante informativos. Para ajudar o trabalho do professor na sala de aula, o trabalho disponibiliza ainda um texto de leitura complementar e também um jogo lúdico, **Missões Espaciais**, nos mesmos moldes do *Disparada para Marte*.

A dissertação de mestrado de Rascalha (2015), realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática da Universidade Federal do ABC, analisa a abordagem de Universo e Vida em coleções didáticas do Ensino Fundamental II, examinando como se estabelecem as relações entre a vida e o espaço cósmico na EB. Também se discute como esse tema comparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais e o Currículo de Ciências do Estado de São Paulo. A partir da crítica dos documentos acima e da consideração de aspectos históricos e conceituais da interdisciplinaridade e da astrobiologia, é apresentada e testada uma proposta de se inserir a astrobiologia no ensino de ciências.

Por fim, os trabalhos de Athayde (2015) e Nascimento (2015), que são dissertações do Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Athayde (2015), propõem a implementação de temas e conceitos atuais, inter-relacionados a temas transversais, remontando a origem da vida, seres vivos, sua interação com o ambiente físico e as perspectivas de vida em outros lugares além da Terra, a partir de

quatro jogos introduzidos em uma Sequência Didática. Nascimento (2015), por sua vez, em sua dissertação trabalha na introdução da astrobiologia utilizando os quadrinhos.

Vale ressaltar que estes trabalhos foram alguns dos encontrados pelo presente autor e que não representam todos os trabalhos sobre astrobiologia no ensino de ciência. Apesar da excepcional qualidade dos trabalhos citados, ainda falta muito para compreendermos a inserção da astrobiologia no EB. Seriam necessários mais diagnósticos da situação que se encontra não só a astrobiologia, mas também a astronomia no ambiente escolar.

Uma maneira de refletir sobre o problema citado é utilizar a ferramenta da Transposição Didática (TD). Segundo Brockington & Pietrocola (2005), a análise da evolução de um saber que se encontra na sala de aula através da TD possibilita uma fundamentação teórica para uma prática pedagógica mais reflexiva e questionadora. A TD funcionaria como um instrumento de análise capaz de evidenciar o trajeto de um saber quando ele sai de seu ambiente de origem e chega até a sala de aula. Ou seja, a TD fornece critérios mínimos para se entender a produção e sobrevivência de saberes no Sistema Didático. A partir dela é possível explicar, em parte, porque em disciplinas com longa tradição, como a Física, os programas se mantêm pouco modificados ao longo de décadas. Por outro lado, a atualização e modernização dos saberes deveriam promover mudanças que, no entanto, raramente ocorrerem.

Nesta perspectiva, o estudo da inserção da temática da astrobiologia no ensino básico tomando como base os elementos teóricos da TD, possibilita uma modernização do saber escolar, onde for necessário. Um dos motivos desta necessidade está no fato de que para muitos, o EM é o único momento em que o aluno tem contato com a Ciência, então é necessária uma Ciência atualizada para que alunos compreendam o mundo tecnológico que os cercam.

6.2. Transposição Didática

Brockington & Pietrocola (2005) assinalam que o termo TD foi introduzido, em 1975 pelo sociólogo Michel Verret, na sua tese de doutorado *Le temps des études*, na qual o autor faz um estudo sociológico da distribuição do tempo das atividades escolares. Posteriormente, em 1982, o termo foi aprimorado e melhor apresentado por Yves Chevallard e Marie-Albert Johsua⁸, que buscaram analisar as transformações sofridas pela noção matemática, geral e

⁸CHEVALLARD, Y; JOHSUA, M. *Un exemple d'analyse de la transposition didactique: la notion de distance. Recherches en didactiques mathématiques*, v3(1). 1982.

abstrata de distância, desde o momento de sua formulação, no meio acadêmico, em 1906, por Fréchet, até o momento de sua introdução, nos programas escolares de geometria da sétima série, em 1971, relacionada à reta real. Ou seja, Chevallard e Johsua buscaram analisar a transformação do conhecimento matemático dos cientistas até a sua adequação as salas de aulas pelos professores, de uma maneira que os alunos pudessem compreender esse conhecimento.

A TD pressupõe a existência de um processo, no qual um conteúdo científico, ou “saber”, sofre um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os objetos de ensino. Mais especificamente, a TD analisa as transformações ocorridas no saber de referência (**Saber Sábio**) até se tornar um saber da sala de aula (**Saber Ensinado**).

Guimarães e Sade (2009) discutiram que a existência destes patamares ou níveis de saber sugere a existência de grupos sociais diferentes que respondem pela existência de cada um deles. Estes grupos diferentes, mas com elementos comuns ligados ao saber, fazem parte de um ambiente mais amplo, que se interligam, coexistem e se influenciam denominado de noosfera.

6.2.1. Os Níveis do Saber

Segundo Guimarães e Sade (2009), a TD propõe a existência de três níveis ou patamares do saber: o Saber Sábio, de onde se inicia o processo; o Saber a Ensinar e o Saber Ensinado.

1º - O Saber Sábio: O saber sábio é fruto de uma esfera própria composta por intelectuais e cientistas, que constroem o conhecimento científico. O Saber Sábio é, então, aquele que aparece em revistas especializadas, congressos ou periódicos científicos. Mesmo sendo normal que os membros desta esfera muitas das vezes tenham opiniões divergentes, seus trabalhos são construídos respeitando um padrão determinado por uma comunidade científica. Por isso, o Saber Sábio possui especificidades intrínsecas da sua área de formulação como termos técnicos de uso restrito da área, tornando-se inadequado para o ensino.

2º - O Saber a Ensinar: Esta esfera tem como grupo social de referência autores de livros didáticos, especialistas da disciplina, professores e opinião pública. Ela consiste na transformação do saber sábio em saber a ensinar. Essa transformação não se dá meramente pela simplificação do conhecimento da esfera do saber sábio, mas sim pelo nascimento de um novo conhecimento, formulado devido a sua necessidade e o seu local de aplicação e norteado pelas suas próprias regras e contexto social em que esta sendo desenvolvido.

3º - O Saber Ensinado: O Saber ensinado é aquele que é realmente ensinado. O saber presente nos livros e programas não, necessariamente, coincide com aquele produzido em sala de aula, ou seja, há uma nova TD entre o saber a ensinar e o saber ensinado. O professor tendo como base o Saber a Ensinar, então produz o Saber Ensinado.

Esse processo de transformação do saber a ensinar em saber ensinado é denominado **TD interna**, pois ocorre no interior do espaço escolar. Esse é o saber que de fato chega ao aluno, depois de sofrer dois recortes. Primeiro, através da **TD externa**, que transforma o saber original, produzido pelo cientista, em um saber com uma linguagem mais apropriada (o Saber a Ensinar); depois, a TD interna, processada pelo professor ao preparar a sua aula, que transforma esse saber em um saber que possa ser compreendido pelos alunos (Saber Ensinado).

6.2.2. Noosfera

Os agentes reguladores, determinantes para a seleção e, principalmente, para as modificações que o Saber Sábio sofrerá, são os componentes dos bastidores de todas as mudanças, definidos por Chevallard, apud Brockington & Pietrocola (2005), como a **noosfera**. Nela se encontram todos aqueles que, de uma forma ou de outra, influenciam nos rumos do ensino, fazendo com que o Saber Sábio se modifique até chegar às escolas.

A noosfera é composta, em geral, por cientistas, educadores, professores, políticos, autores de livros didáticos, pais de alunos, entre outros. Cada um destes contribui com seus valores, preferências, idéias e objetivos específicos no delineamento dos saberes que chegarão à sala de aula. Cada esfera dos saberes possui seus subgrupos de atores da noosfera, podendo haver ou não uma sobreposição entre grupos de esferas diferentes, como pode ser observado na figura 7.

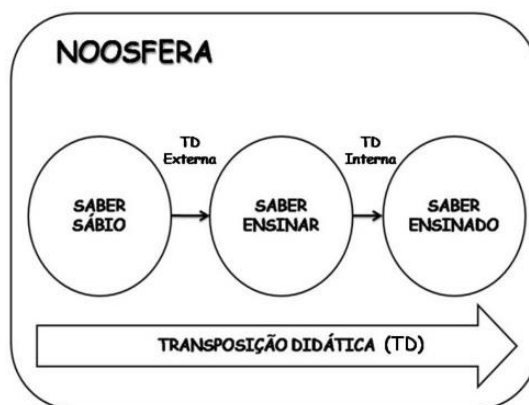


Figura 7 - Esquema didático dos elementos da Noosfera.

Castro (2012) afirma que embora inevitável e legítima, a TD não é, em si, um obstáculo a qualquer tentativa de modificação do saber escolar. A noosfera, por sua vez, desempenha esse papel de obstáculo a toda e qualquer tentativa de alteração, servindo como lastro que tende a manter o projeto educacional em curso, até que ela própria sofra modificações significativas.

A fim de estabelecer uma relação mais próxima com elementos da TD, Castro (2012) constrói um mapa conceitual, que pode ser analisado a seguir na figura 8.

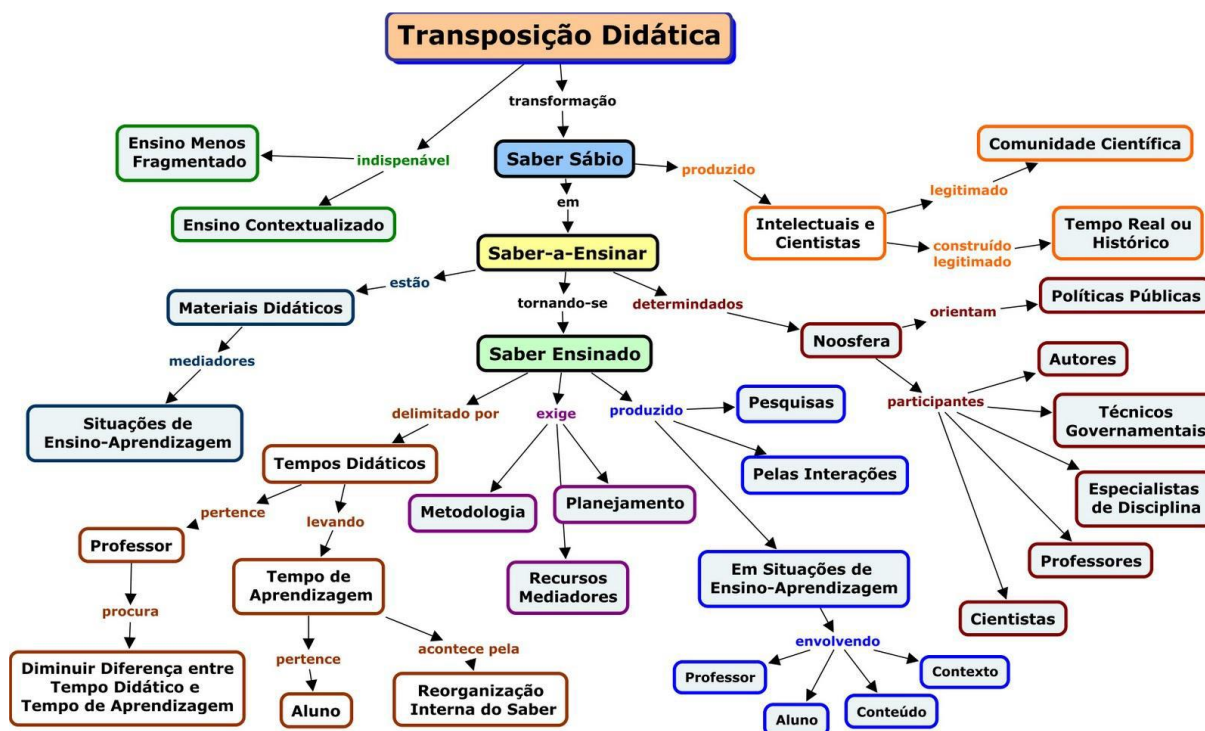


Figura 8 - Mapa conceitual da TD (CASTRO, 2012).

6.2.3. Como o saber sobrevive

Siqueira e Pietrocola (2006) defendem que, como ferramenta de análise, a TD consegue refazer os caminhos percorridos pelo saber desde sua origem (Saber Sábio) até chegar à sala de aula (Saber Ensinado), deixando para noosfera o papel da seleção de quais serão os saberes do saber sábio que passarão pelas transformações para chegar à sala de aula.

Porém, para chegar ao professor, o saber tem antes que sobreviver no nível do Saber a Ensinar. Para isso, Chevallard, apud Siqueira e Pietrocola (2006) destaca algumas características relevantes que o saber deve apresentar para permanecer nesta esfera do saber:

O saber tem que ser **consensual**. O saber que vai chegar à sala de aula não pode apresentar dúvidas sobre seu status de “verdade”, mesmo que seja momentâneo. Isso para que o professor não tenha medo ensinar algo que a própria ciência não sabe se é verdade e para que o aluno não tenha dúvidas sobre se o que está aprendendo é correto ou não.

O saber transposto deve buscar uma **atualização**. Nesse caso, a atualização se apresenta de duas maneiras: **Atualidade moral**, a atualidade que está ligada ao currículo, mostrando se aquele saber que será transposto tem importância reconhecida pela sociedade e pelos pais, não sendo um saber obsoleto que pode ser ensinado pelos pais. Ou seja, o saber que será transposto deve estar equidistante do saber dos cientistas e do saber dos pais. **Atualidade biológica**, ligada diretamente a sua área de conhecimento. O saber transposto deve estar de acordo com a ciência vigente, deixando os conceitos que foram superados para serem ensinados talvez em uma perspectiva histórica.

O saber tem que ser **operacional**. O saber que vai para sala de aula tem que ser capaz de gerar uma sequência com atividades, exercícios, tarefas ou algum tipo de trabalho que tenha como objetivo a conceituação do saber. Essa é uma característica importante, porque está ligada diretamente a avaliação. Saber que não apresenta nenhum tipo de atividade que possa levar a uma avaliação de seu aprendizado está fadado a não permanecer na escola.

O saber deve permitir uma **criatividade didática**. Esta característica implica na criação de atividades de uso exclusivo da escola, ou seja, objetos que não possuem similares no Saber Sábio, tornando-se criações que tem existência garantida somente na sala de aula. Como é, por exemplo, o caso de atividades que envolvam associação de resistores e escalas termométricas.

O saber tem que ser **terapêutico**. O saber tem que se adaptar ao sistema didático, ou seja, só permanece na escola aquele saber que já se verificou que se adaptou ao ambiente escolar, dentro das características ressaltadas, aqueles que não dão ficam de fora.

6.2.4. Regras da TD

Analisando o processo da TD, Astolfi (1997), apud Alves-Filho (2000) e Brockington & Pietrocola (2005) resume em cinco as regras da transposição didática para descrever o processo de transformação do Saber Sábio em Saber a Ensinar, as quais estão diretamente ligadas às características relevantes estabelecidas por Chevallard e descritas no item anterior. Essas regras são as seguintes:

Regra I – Modernizar o saber escolar: Os novos saberes que surgem no âmbito das pesquisas científicas e que são utilizados pelas indústrias e novas tecnologias são passíveis de estar contidos nos livros didáticos, criando uma aproximação da produção acadêmica com o que é apresentado na escola. A modernização faz-se necessária pois o desenvolvimento e o crescimento da produção científica são intensos. Novas teorias, modelos e interpretações científicas e tecnológicas forçam a inclusão desses novos conhecimentos nos programas de formação (graduação) de futuros profissionais.

Apesar das dificuldades, estes novos conhecimentos têm que ser inseridos na EB, pois este também tem a necessidade de ser atualizado. A modernização dos saberes escolares é uma necessidade, pois legitima o programa da disciplina, garantindo seu lugar no currículo.

Regra II – Atualizar o saber a ensinar: Ao fazer a revisão de um livro didático, deve-se ir além de apenas acrescentar novos saberes. Há a necessidade de se eliminar alguns saberes que, embora corretos, devem ser descartados, por estarem demais banalizados.

Regra III – Articular o saber “novo” com o “antigo”: A introdução de novos saberes deve ser feita de forma articulada com outros saberes já alojados nos programas de ensino. Negar radicalmente um conteúdo já tradicionalmente presente no Sistema de Ensino pode gerar desconfiança por parte dos alunos para tudo aquilo que se deseja seja aprendido por ele na disciplina.

Regra IV – Transformar um saber em exercícios e problemas: O Saber Sábio que seja capaz de gerar uma ampla variedade de exercícios e atividades didáticas tem uma maior chance de ser transposto e se tornar Saber a Ensinar. A operacionalização do Saber em atividades para os estudantes é um dos critérios mais importantes para a sua presença na sala de aula. Operacionalidade, nos termos da TD, deve ser entendida como uma maneira através da qual uma atividade pode gerar formas de se “lidar” com o sistema de ensino (o sistema didático, em especial). A operacionalidade é um atributo importante, pois garante a gestão do cotidiano escolar.

Regra V – Tornar um conceito mais compreensível: A TD deve permitir a aprendizagem de conceitos, caso contrário, ela não pode ser legitimada, isso em grande parte devido à necessidade de gestão do Contrato Didático por parte do professor. Sobre esse ponto, é fundamental que os papéis de professor e aluno possam ser efetivamente cumpridos, resumidamente indicando que ao professor cabe ensinar e ao aluno aprender.

6.3. Transpondo a Astrobiologia

Com a preocupação da simplificação, propõe-se uma análise da transposição da astrobiologia do saber sábio para o saber ensinar, pois, para muitos, a educação científica básica é resultado de um processo de seleção e de simplificação de conteúdos. Isso poderia ocorrer pela diminuição da profundidade conceitual e do formalismo matemático das teorias. Como afirma Bedaque (2014, p. 93):

A chamada transposição didática, legítima por sinal, onde os saberes clássicos são transformados para um saber escolar factível de ser ensinado e aprendido, acaba por ser uma ferramenta de distorção que vê o mundo com olhos míopes. Por este motivo é que os educadores modernos insistem na necessidade de uma visão contextualizada do ensino.

O pesquisador esquece que mesmo em assuntos mais contextualizados que envolvem um grande acúmulo de conhecimento e habilidades, o seu tratamento no ambiente possui uma linguagem própria que se originou do conhecimento científico, como já discutido anteriormente. A TD é uma ferramenta de análise e não de simplificação, porque todo conhecimento produzido cientificamente será transposto para a escola, ora de maneira coesa, ora sem contextualização, modos que são analisados dentro da Noosfera.

Mais do que uma terminologia adequada à descrição dos fenômenos astronômicos, a TD permite entender e analisar a definição de saberes de pesquisa, sujeitos a influências externas e internas à dimensão educacional propriamente dita. As múltiplas influências se devem ao fato de que todo saber de pesquisa se insere em um contexto específico, que é a comunidade científica em questão (FORATO et al, p. 40, 2011).

No âmbito de tal perspectiva, através das regras de Astolfi (1997), iremos analisar a astrobiologia como saber ensinar com a ferramenta da TD. Como aponta Siqueira & Pietrocola (2006, p.8):

É importante frisar que essa análise com a TD, não agrega valores aos saberes transpostos, ou seja, ela não diz se uma transposição é boa ou ruim, ela somente analisa se a transposição do saber é possível ou não.

Inicialmente, com base na primeira regra (i), que é a modernização do saber, podemos afirmar que o estudo da vida no contexto astronômico na EB é relevante por diversos motivos. O principal deles, ainda que existam outros, são os avanços tecnológicos de medida e observação da ciência e do entendimento do Universo, que foram fundamentais para guiar a pesquisa astrobiológica para onde ela se encaminhou na atualidade.

Como visto no capítulo 2, há três grandes avanços que levaram à consolidação da astrobiologia: 1) a descoberta dos exoplanetas; 2) o reconhecimento dos extremófilos; 3) o desenvolvimento da astroquímica, que revelou tanto que a água como compostos orgânicos são comuns no Universo. Esses impulsos levaram a astrobiologia a se tornar um corpo de pesquisa participando do *mainstream* da ciência, para além da mera especulação. Com isso, ela acabou por fornecer marcos científicos importantes que expandiram nosso conhecimento e entendimento da vida no contexto cósmico, considerados elementos-chave que devem ser evidenciados tanto em pesquisa quanto no âmbito educacional.

Com base na segunda regra (ii), a da atualização do saber, expomos a evolução das visões de mundo possibilitadas pelos avanços da ciência que deram suporte para o surgimento da astrobiologia. A inserção da astrobiologia na EB revela a necessidade dos autores⁹ de transmitir a noção de que a aprendizagem dos conceitos astrobiológicos leva o indivíduo a manter uma postura de questionamento frente aos paradigmas atuais, uma postura que muitas vezes não é favorecida em uma EB com estrutura exclusivamente disciplinar, que é meramente metódica e que apenas corrobora a existência dos paradigmas vigentes.

A possibilidade de articular o saber “novo” com o “antigo”, que é a essência da regra (iii), favorece uma preparação acadêmica do aluno não focalizando apenas nos conteúdos especializados da ciência, já que, em termos teóricos, a astrobiologia ainda não provocou nenhuma quebra de paradigma. Procura-se antes o entendimento contextualizado desses saberes, inscritos na dinâmica e na complexidade da vida no cosmo.

Certamente as regras (iv) e (v) são as mais desafiadoras para o grupo da TD externa. A construção de exercícios e problemas e a transposição do saber mais compreensível é um problema, pois o currículo e as abordagens são engessadas, não receptivas a novos enfoques e atividades inovadoras. Tais dificuldades foram analisadas por meio de exemplos concretos, e os resultados indicaram etapas relevantes e algumas soluções que podem ser entendidas como parâmetros iniciais para o uso da astrobiologia na educação científica, envolvendo elaboração de textos e desenvolvimento de sequências de atividades didáticas, segundo uma abordagem interdisciplinar própria às características da astrobiologia.

Nesse sentido, em respeito a essas duas regras, que estão diretamente ligadas a praticidade de trabalho e envolvimento do professor, desenvolveu-se um instrumento para se inserir a astrobiologia em sala de aula, que é o uso de jogos didáticos. Os jogos educativos, quando desenvolvidos visando à aprendizagem de conteúdos, têm o potencial de se tornar

⁹ Referência ao grupo social que faz parte da TD externa; são eles: autores de livros didáticos, especialistas da disciplina, professores e opinião pública.

uma importante e poderosa ferramenta de aprendizagem, apresentando grande potencial para despertar o interesse dos estudantes pelos conteúdos, principalmente porque abordam esses conteúdos dentro de um ambiente lúdico, propício a uma melhor aprendizagem, diferente das salas de aula nas escolas, geralmente expositivas.

6.4. Jogos no Ensino de Ciência

Na compreensão de que o conhecimento é resultante de trocas, da interação entre sujeito e meio, o jogo passa a ser uma ferramenta importante nos processos de desenvolvimento e aprendizagem. Comumente utiliza-se o lúdico porque o prazer lhe é decorrente e, por essa razão, é bem recebido pelos jovens estudantes. O jogo é uma prática rica e de grande efeito que responde às necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas, estimulando a vida social e representando, assim, importante contribuição na aprendizagem.

Não é difícil encontrar jogos para o ensino de ciência. Com qualquer busca rápida na internet é possível obtê-los para quase todas as disciplinas comuns e conteúdos. Como vimos anteriormente com Medeiros (2006) no capítulo 3, a **forma** como o saber será vivenciado é que proporcionará mudanças no modo do educando perceber o mundo, e o lúdico sem dúvida contribui para isso, aumentando as chances dos alunos aprenderem os conceitos, os conteúdos ou as habilidades embutidas no jogo. Como Huizinga (1993):

O jogo pode introduzir um momento lúdico em um espaço tão formal como a sala de aula do ensino médio e associado a isso podemos perceber que o estudante começa a desenvolver táticas, estratégias, habilidades de concentração. Como todo jogo traz elementos de imprevisibilidade faz com que exercitemos uma habilidade tão importante que é a de enfrentar adversidades, habilidade essa muito requerida das pessoas atualmente tanto para áreas profissionais ou pessoais.

No tocante à astrobiologia, os jogos educacionais podem ser bastante simples como os de exercícios e práticas, mas podem ser também ambientes ricos e complexos de aprendizagem, despertando o interesse dos alunos pelos conteúdos tratados. Como observado no tópico 1 desse capítulo, existem poucos trabalhos no Brasil voltados para a astrobiologia na EB e menos ainda direcionados com a utilização de jogos lúdicos.

O único trabalho que envolve prática lúdica com ênfase na astrobiologia encontrado foi o já mencionado, de autoria de Athayde (2015). A autora desenvolve quatro jogos em sua dissertação: 1º - **A Atividade Recorte e Cole do Sistema Solar**– constitui-se de imagens dos planetas do Sistema Solar impressas em folha de papel para recortar e colar na sequência

original dos planetas. 2º - **O Jogo Arrumando as Malas para ir a Marte** - jogo de cartelas, divididas em dois blocos, um bloco com imagens de objetos, entre estes objetos estão aqueles que realmente devem ser levados em uma viagem espacial e outros objetos não são necessários na viagem. O outro bloco tem cartelas com informações referentes a Marte, ao Sistema Solar, a Origem da Vida. No jogo algumas afirmações são verdadeiras e outras falsas. O jogador tem que selecionar cartelas de objetos e informações, e arrumar a mala (Fig. 9).



Figura 9 - Jogo Arrumando as Malas para ir a Marte (ATHAYDE, p. 31, 2015).

3º - **O jogo dos Sete Erros**– Atividade que apresenta impresso em papel a imagem repetida da superfície de Marte, sendo uma delas alterada com sete erros, onde o estudante tem que descobrir estes erros. 4º - **O jogo Uma Trilha em Busca de Seres Vivos** - jogo de tabuleiro (Fig. 10) com perguntas e respostas de conceitos sobre vida e sua origem. É jogado com dado e se o aluno responde à pergunta corretamente ele avança uma casa, sendo que cada casa tem um nível de dificuldade que vai da mais fácil, casa 4 até a mais difícil casa 1.



Figura 10 - Tabuleiro do Jogo uma Trilha em Busca de Seres Vivos (ATHAYDE, p. 33, 2015).

Fora do Brasil, a grande referência é a NASA, que desenvolve um programa de divulgação científica a respeito de Marte em consonância com as missões de exploração do planeta vermelho. O *Mars Exploration*¹⁰ apresenta uma grande quantidade de atividades para serem desenvolvidas na escola. É sem dúvida o melhor repositório de atividades didáticas sobre a astrobiologia, subsidiando o professor e os alunos mais interessados. Todos os arquivos e atividades são facilmente baixados. O *Mars Exploration* é um programa que influenciou vários outros trabalhos, como os aqui apresentados.

Dos quatro jogos desenvolvidos por Athayde (2015), o jogo na Trilha em busca de seres vivos é o único que se assemelha ao Disparada para Marte. O próximo tópico será dedicado a entrar em mais detalhes do jogo, tanto da primeira edição, quanto da atual, com o intuito de divulgar como uma atividade tão simples e comum pode mudar as relações de todos os envolvidos, tanto para aqueles que jogam, quanto para aqueles que o elaboram, pois como afirma Leodoro (2014), apud Bretones (2014), “mais fascinante que jogar, talvez seja a própria invenção do jogo”.

6.5. Disparada para Marte

No capítulo 1, foi apresentada a origem do jogo. Aqui serão discutidas as peculiaridades do mesmo e de tudo envolvido na sua construção, tanto da 1ª edição, quanto da atual. Na primeira construção do jogo, os envolvidos foram Paulo Roberto, Tácito Fernando e Hary Brener, sob a orientação do professor José Antônio, coordenador do Pibid/IFNMG – campus Salinas.

Os acadêmicos envolvidos não tinham nenhuma afinidade com ilustrações ou desenhos então recorreram ao *Power Point* 07, que é uma ferramenta do Windows muito utilizada. Capturando imagens da Terra, Lua e de Marte disponibilizadas na internet foi possível construir o tabuleiro (Fig. 11).

¹⁰ Visite o site em: <http://mars.nasa.gov/participate/marsforeducators/>



Figura 11 - Tabuleiro da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).

Os cartões de comando (Fig. 12) foram produzidos da mesma forma que o tabuleiro. Para o jogo foram produzidos 16 cartões para as 26 casas presentes no tabuleiro. O número de cartões não iguala o número de casas para deixar o jogo mais dinâmico e rápido, pois quando o aluno chega a uma casa que não tem cartão correspondente, a vez é passada para o próximo aluno.

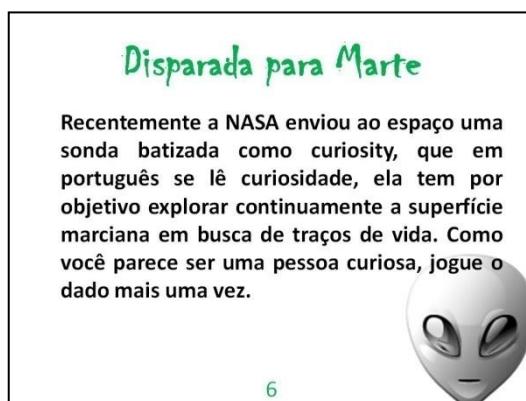


Figura 12 - Cartão de comando da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).

Para os pinos (Fig. 13b), a alternativa foi a utilização de origami no formato de nave espacial. Era uma atividade bastante lúdica e que envolvia toda a turma, pois todos deveriam ao fazer a sua nave, porém como envolvia muitas pessoas, essa prática ocupava muito tempo, mais até do que o próprio jogo (Fig. 13a). Como se dependia de muito tempo de aula na construção das naves, fazer os dados com papel não seria viável, então com o fomento do Pibid/IFNMG – campus Salinas, os dados foram comprados.



Figura 13 - Construção dos pinos para jogo (a)/pino (b) da 1ª edição do Disparada para Marte (2012).

Mesmo com a simplicidade do jogo, verificou-se que os assuntos envolvidos em ambiente descontraído e livre de pressão favoreceram um amadurecimento das habilidades de todos envolvidos.

A edição atual do jogo teve um salto de qualidade impressionante, em comparação a 1ª edição. A atualização do Disparada para Marte foi proposta pelo professor Amâncio durante as orientações do curso de Mestrado. A equipe também teve algumas alterações. Os colegas Tácito e Hary deram lugar para a Tawana Telles e o Gilvando Henrique. Este último, por sinal, é um grande desenhista e cartunista que sem dúvida foi um dos grandes responsáveis pela excepcional qualidade gráfica desta nova etapa¹¹, como pode ser visto na figura 14 no logo do Disparada para Marte produzido por ele.



Figura 14 - Logo do Disparada para Marte.

O tabuleiro, os cartões de comando, os pinos e o dado também foram modificados, como pode ser observado nas figuras (Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17 e Fig. 18).

¹¹ Vide o novo site do jogo em: <http://disparadaparamarte.wixsite.com/disparada>



Figura 15– Tabuleiro da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).



Figura 16 - Cartão de comando da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).



Figura 17–Pino da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).

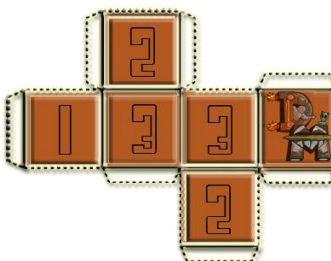


Figura 18 - Dado da edição atualizada do Disparada para Marte (2015).

Além das mudanças estéticas do jogo, atualizamos os conceitos científicos e corrigimos os erros gramaticais encontrados na 1ª edição. Na edição atual, foi suprimida uma

das casas, agora o total é de 25 casas com 19 cartões de comando. No novo jogo, mesmo com o aumento de cartões de comando, a dinâmica e rapidez permaneceu inalterada, por que foi diminuído o número de comandos que exigiam algum conhecimento prévio sobre astrobiologia, que foi um ponto bastante citado pelas pessoas que o jogaram. Preocupou-se em produzir comandos com maior número de prendas possíveis, como por exemplo, simular a gravidade de Marte.

Outra mudança bastante substancial foi a criação dos novos pinos, que possuem agora um formato de prisma de base triangular, na tentativa de simular uma nave espacial. Como o jogo é utilizado por um grande número de participantes, os pinos possuem três versões de cores diferentes, verde, vermelho e lilás. O dado seguiu a mesma linha dos pinos, tendo um formato de cubo, como o habitual. A escolha de utilizar o processo de corte e colar de figuras geométricas, se deu por algumas razões específicas, primeiro, porque os alunos estão familiarizados com a prática, que já é rotineira em aulas de geometria e também pela facilidade de divulgação, visto que qualquer pessoa pode baixar do site, imprimir e jogar. A maneira de utilizar o jogo permaneceu igual a 1ª edição, mas para facilitar a leitura, as orientações de uso se encontram no site e também no apêndice A.

CAPITULO VII – METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo detalharemos os sujeitos e os materiais instrucionais utilizados para a aplicação do projeto, constituindo uma pesquisa de natureza voltada para a construção de projetos de trabalho a partir da produção de uma ilha interdisciplinar.

7.1. Definição dos Envolvidos

Na busca de inferir todos os objetivos apresentados no decorrer do trabalho, que em suma, tenta alfabetizar cientificamente os envolvidos em virtude de práticas e reflexões que contribuam para a ampliação da consciência ser humano-cosmo, com enfoque na construção de uma atmosfera interdisciplinar, a partir de um relato de experiência em um colégio da rede privada de ensino da cidade de São Paulo-SP, se compromete a descrever todas as etapas e reflexões por elas trazidas. O trabalho foi desenvolvido em duas turmas de terceiro ano do EM regular, com um total de 55 alunos participantes e mais dois professores, um que leciona Biologia e o outro a disciplina de Projetos. A instituição onde foi produzido o trabalho oferece ainda os níveis fundamentais de EB e também o EM profissionalizante, com os cursos de Administração e Informática.

Para a construção de uma IIR, como vimos anteriormente, Fourez (1997), apud Bettanin (2003), indica etapas que consistem numa sequência de procedimentos sugeridos para facilitar e delimitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, evitando que se torne muito abrangente e prejudique a realização dos objetivos propostos pela IIR.

Com base na hipótese de que a IIR pode promover a ACT, colocou-se de início uma situação-problema, que no caso é que, quando se toma como eixo estruturante a astrobiologia, essa pode acarretar uma ampliação da consciência ser humano-cosmo, e em seguida foi posto em prática um plano de ação. Para o desenvolvimento dessa ação recorreremos à construção de uma ilha interdisciplinar a fim de garantir aos estudantes a oportunidade de se envolverem mais intensamente com o problema proposto.

7.2. Ilhota produzida: Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE)

O 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) foi um evento fictício criado pelos professores citados sobre a temática da astrobiologia com o intuito de aproximação dos alunos sobre os métodos científicos e também propiciar uma vivência ser humano-cósmica.

O evento seguiu os passos e características de um evento real, circulares, chamadas para submissão de resumos e parecer técnico. Os alunos tinham a responsabilidade de compor a comissão técnica-científica do evento, ou seja, os alunos que decidiam se os resumos submetidos poderiam ser aprovados ou não no ENAPE de acordo com as áreas de concentração do evento.

De forma esquemática, apresentamos no quadro 2 o arquétipo da Ilhota (ENAPE):

Quadro 2 - Etapas do ENAPE (Ilhota Interdisciplinar).

ETAPAS	SEQUÊNCIA	CRONOGRAMA	O QUE FAZER?
0	Abertura do ENAPE (Questionário 1)	31/05	• Professor (Física) propõe a elaboração de perguntas que auxiliaram na escrita do parecer dos Resumos submetidos. • Alunos entregam por escrito as questões e definem os grupos de trabalhos.
1	Entrega dos Resumos	01/06	
2	Tempestade de ideias	06/06 e 07/06	
3	Aula sobre Marte; Jogo Disparada para Marte; Trabalho de campo (consulta aos especialistas, indo a prática).	• 13 e 14/06 – Apresentação e jogo; • De 13 até 20/06 – Pesquisa de campo	• Professor (Física) faz uma apresentação de Marte (informações históricas e Físicas); • Aplicação do Jogo Disparada para Marte; • Professores (Biologia, Física e Projetos) juntos com os alunos definirão os caminhos a seguir e quais das questões levantadas serão respondidas. • Pesquisa bibliográfica e entrevista com os especialistas
4	Esquema Geral da Situação	Próxima aula de Projetos depois de 20/06	• Apresentação oral de 5 minutos por equipe e entrega dos resumos por escrito. • Equipes produzem seu material, tendo em vista ao parecer final dos resumos.
5	Parecer dos Resumos (Questionário 2)	28/06	• Equipes expõem trabalho final, em conjunto, como um trabalho único.

Como pode ser observado, a ilha produzida possui sequência de etapas diferente daquela proposta por Fourez. Nossa opção foi menos formal do que a do autor, porque a tabela 2 também foi distribuída aos alunos. Assim se, usou termos mais simples, mais próximos do vocabulário dos alunos. Bettanin (2003) dá respaldo a essa atitude porque até mesmo Fourez, segundo a autora, não exige que as etapas sejam seguidas ao pé da letra. Isso significa que algumas delas podem ser suprimidas, outras poderão ser incluídas ou ainda modificadas a ordem, de maneira que o processo possa ser adaptado ao projeto que está sendo desenvolvido.

Para fins de comparação, o quadro 3 mostra as diferenças entre as etapas do ENAPE e a proposta de Fourez.

Quadro 3 - Comparativo entre a sequência de etapas do ENAPE com as de Fourez.

ETAPAS	FOUREZ	ENAPE
0	-	Abertura do ENAPE (Questionário 1)
1	Clichê	Entrega dos Resumos Tempestade de ideias
2	Panorama Espontâneo	
3	Consulta aos Especialistas	Aula sobre Marte; Jogo Disparada para Marte; Trabalho de campo (consulta aos especialistas, indo a prática).
4	Indo à Prática	
5	Abertura das caixas pretas	
6	Esquematização da situação	Esquema Geral da Situação
7	Abertura de caixas pretas sem auxílio de especialistas	-
8	Síntese da Ilha Produzida	Parecer dos Resumos (Questionário 2)

Pelo Quadro 3, observa-se que foi atribuída à abertura do ENAPE a etapa zero. Não há nenhuma perda significativa com essa atribuição, já que nesse momento a situação-problema é pensada e elaborada, delineando, de certa forma, o desenvolvimento do projeto. Apenas houve uma junção da primeira etapa de Fourez (clichê) com a segunda (panorama espontâneo) em duas etapas, entrega dos resumos e a tempestade de ideias.

Outra mudança na sequência das etapas foi a reunião de três etapas da sequência de Fourez em uma única, que foi denominada Trabalho de Campo. Essa fusão foi positiva porque durante o desenvolvimento de uma ilha, estas etapas estão tão interligadas que é difícil delimitar fronteiras entre elas.

Nos próximos tópicos, será detalhada cada uma dessas etapas do ENAPE:

7.2.1. Abertura do ENAPE (Questionário 1)

Na etapa zero, foi apresentada aos alunos a primeira circular do evento. Neste momento todos os alunos já sabiam que o evento era fictício, e que cada turma seria responsável por analisar um único resumo a cegas, ou seja, para o evento foram submetidos dois resumos no total. Não foi fornecido aos alunos na etapa zero se os resumos eram reais ou fictícios como o evento. Ainda nesta etapa, as turmas responderam a um questionário introdutório produzido com a ferramenta *Formulários Google* com a intenção de expor seus conhecimentos a respeito da temática da astrobiologia. Para o regime EM regular, todos os alunos possuem *tablets* fornecidos pelo Colégio, o que facilitou muito as pesquisas e a submissão de materiais ao ENAPE. Assim, a primeira circular (Apêndice B) e o questionário foram disponibilizados no reservatório eletrônico do Colégio para as turmas de 3º anos do EM regular participantes do evento.

Para fins didáticos, segue o texto de abertura do evento (Apêndice B):

O 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) ocorrerá na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, especificamente nas dependências do Colégio, tradicional instituição de ensino e de pesquisa do Brasil. O 1º ENAPE será coordenado pelo Instituto Nacional de Satélites (INS) e terá como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018. Para isso é necessário a discussão rigorosa por questões científicas entre os cientistas brasileiros e estrangeiros das possibilidades inerentes a exploração, desse modo, fica aberto até o dia 01/06/2016 à submissão de resumo expandido que tenha como objetivo relatar indícios e estratégias de exploração ao nosso vizinho vermelho.

Além dessa chamada, a primeira circular continha as áreas de concentração para os resumos expandidos submetidos deveriam contemplar: (I) Água em Marte, (II) Vida em Marte e (III) Geologia e Clima Marciano, além das normas de submissão para os resumos expandidos.

No final do arquivo existia um *link* que enviava os alunos ao questionário introdutório (formulário *Google*), abaixo seguem as perguntas utilizadas:

1. Nome:
2. Idade:
3. Existe alguma forma de vida fora do nosso planeta?
4. Existe vida inteligente fora do nosso planeta?
5. O que é vida?
6. Quais os fatores essenciais para o desenvolvimento da vida?

7. Caso em algum momento no futuro o homem tenha que sair da Terra, qual seria a melhor alternativa no Sistema Solar?
8. E fora do Sistema Solar?

Como discutido anteriormente, o questionário introdutório tinham o objetivo de levantar os conhecimentos dos alunos a respeito da temática da astrobiologia. No capítulo 8 serão analisadas e discutidas algumas das respostas dos alunos, já que o número de resposta é consideravelmente grande. No anexo A, encontra-se na íntegra todas as respostas coletadas do questionário introdutório.

7.2.2. Entrega dos Resumos e Tempestade de ideias

Os resumos submetidos ao ENAPE são trabalhos reais e produzidos na década de 1950. O primeiro resumo: **Teoria da Anabiose Noturna e Hibernar da Flora Ultra-Xerofítica e Possível Fauna Simbiótica do Planeta Marte** (Apêndice C), foi apresentado no 8º Congresso Internacional de Astronáutica em Barcelona no ano de 1957, escrito e produzido pelo professor Flávio Augusto Pereira. Esse resumo está disponível na obra já citada no capítulo 2, *Introdução à Astrobiologia*, de 1959.

O segundo resumo: **Nascimento da Astrobotânica** (Apêndice D), também já mencionado no capítulo 2, foi produzido pelo astrônomo Soviético, Gabriel Tikhov, em 1949. O resumo de Pereira (1959) foi utilizado na íntegra, já o do astrônomo Tikhov (1949), foi uma pequena adaptação de sua obra *Astrobiotany* (1949) junto com alguns comentários do professor Pereira (1959), encontrados no seu livro. Relembramos que os alunos, nesse momento, não sabiam a procedência dos resumos, já que foram submetidos às cegas.

Como argumenta Masetto e Abreu (1990), a tempestade de ideias é sem dúvida uma das etapas mais importantes da sequência porque, frequentemente, ela permite um desbloqueio, um aquecimento da classe, embora seus principais objetivos sejam levar a um desenvolvimento da originalidade e da desinibição, e à produção de grandes números de ideias em prazo curto, numa palavra, à criatividade.

O processo da tempestade de ideias foi o seguinte: dados os resumos, foi feita uma leitura individual e também uma leitura coletiva, e depois disso cada participante expressa oralmente, em uma palavra ou em frases bem curtas tudo o que lhe vem à cabeça, sugerido por aquele tema, sem se preocupar em censurar essas ideias. Um aluno vai anotando tudo que é dito no quadro-branco. O professor de física funcionou como incendiário de grupo, podendo ser ele ou não quem faz as anotações. Dá-se um tempo para esta parte. Só então, numa

segunda etapa, é que se faz a seleção de todas as ideias que a turma produziu, segundo algum critério prévio, como o de agrupá-las por alguma semelhança, o de eliminar as que não podem ser postas em prática etc. O restante da aula foi usado para a organização das equipes. Foi dada aos alunos a liberdade para formar as equipes e também para escolher o assunto que desejavam pesquisar.

7.2.3. Trabalho de Campo

Todas as equipes de cada turma foram submetidas ao mesmo tipo de estimulação. Todos, portanto, precisam, em tese, alcançar os mesmos objetivos e inclusive lidar com as mesmas informações. Para cada resumo as ideias foram classificadas de acordo com as áreas específicas da ciência: biologia, física, química, etc. Assim, cada grupo deveria pesquisar a respeito, contando com a presença de especialistas no assunto tratado, ou os próprios alunos se aprofundam em determinados aspectos de cada área específica.

Desse modo, cada grupo investiga com profundidade a área escolhida, a partir de diferentes ângulos e os alunos a seguir reúnem o resultado desses estudos parciais e o sintetizam, chegando a alguma conclusão, que no caso, será de aprovação ou reprovação do resumo. Em outras palavras, cada aluno se transforma em “especialista” em parte de um problema e transmite ao resto da turma o seu conhecimento, relacionando-o com o de outros alunos, “especializados” em outras partes do problema.

Para ajudar nas pesquisas, foi definido pelos professores envolvidos uma aula sobre Marte (informações históricas e físicas), a fim de contextualizar as informações encontradas nos resumos submetidos, e esta aula foi ministrada pelo pesquisador, que era o professor de física das turmas. Nesta etapa, foi utilizado também o jogo Disparada para Marte, que é um jogo que simboliza as características do problema sobre o qual se vai refletir. E por fim, os professores (biologia, física e projetos), em conjunto com os alunos definiram os caminhos a seguir e quais das ideias levantadas seriam pesquisadas.

7.2.4. Esquema Geral da Situação

Conforme o cronograma, nessa aula haveria apresentação oral do trabalho já realizado por cada equipe. Foi decidido que cada equipe faria uso de 5 minutos para relatar para a turma o que já tinham desenvolvido através da pesquisa, o que ainda pretendiam pesquisar, quais os

especialistas que pretendiam consultar e qual a forma de apresentação do seu trabalho final. Após a apresentação, deveriam entregar um resumo contendo estas informações.

7.2.5. Parecer dos Resumos (Questionário 2)

O objetivo dessa etapa é desenvolver a empatia de desempenhar os papéis de outros e de analisar situações de conflito a partir não só do próprio ponto de vista, mas também do de outras pessoas envolvidas. Como ficou acertado, as equipes expõem os seus trabalhos para a classe toda, construindo um todo final, mais amplo.

Depois dos pareceres finais das duas turmas, os professores apresentaram a origem dos resumos e os autores envolvidos em formato digital¹², bem como os demais materiais submetidos, disponibilizados no reservatório eletrônico do Colégio. No final do arquivo, semelhante a 1º Circular do ENAPE existia um *link* que enviava os alunos ao questionário final (formulário *Google*), abaixo seguem as perguntas utilizadas:

1. Você gostou de fazer parte da comissão técnico-científica?
2. Você teve alguma dificuldade durante o evento?
 - a. Qual foi sua dificuldade? Cite-a(s)
3. O que você achou do trabalho avaliado pela comissão técnico-científica?
4. Você acredita que teve tempo hábil para entender e julgar o trabalho submetido ao evento?
5. Você concorda com o parecer feito pelo seu grupo?
 - a. Por que?
 - b. E em relação a decisão tomada pela turma?
 - c. Depois do conhecimento a respeito da origem do trabalho submetido, qual é a sua posição a respeito do parecer da comissão técnico-científico?
6. O que você achou do jogo, Disparada para Marte? Conseguiu aprender um pouco mais sobre Marte com ele? Tem alguma sugestão de melhoria?
7. Antes do evento, você respondeu outro questionário a respeito do seu entendimento sobre as "coisas" que envolve a vida. Teve alguma mudança no seu entendimento durante o evento? Comente a sua experiência.
8. O que você aprendeu de novo durante as pesquisas para conhecimento do trabalho submetido? Comente a sua experiência.

O questionário final tinha o objetivo de verificar mudanças nos conhecimentos dos alunos a respeito da temática da astrobiologia, e alcançar também objetivos de tipo atitudinal, orientados para valores tais como desenvolvimento pessoal, aquisição de habilidades, consciência de si mesmo, independência social e sensibilidade a situações grupais.

¹² Vide Apêndice “E” e “F”.

Semelhantemente ao questionário introdutório, as respostas dos alunos serão discutidas no capítulo 8. No anexo B, encontra-se na íntegra todas as respostas coletadas do questionário final.

CAPÍTULO VIII – ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, pretende-se relacionar alguns comportamentos dos alunos e acontecimentos durante a aplicação do projeto com as habilidades relacionadas à ACT. Analisaremos e comentaremos ainda o questionário introdutório e final. A maioria dos registros não se deu por aluno, conforme tinha sido previsto, pois este tipo de anotação se mostrou muito difícil como já mencionado no capítulo anterior. Foram registradas observações por turma e também por equipe de especialistas que os alunos representaram.

O principal motivo pelo qual não analisamos individualmente os alunos foi o fato do grande número de participantes a serem observados. Ao optarmos por descrever os acontecimentos das duas turmas, com o grande número de alunos se tornou bastante trabalhoso. Além disso, sentimos dificuldade em acompanhar as discussões que aconteciam nas equipes, as consultas que foram feitas aos especialistas externos e o comportamento de cada aluno nas equipes, porque todas elas deviam ser observadas ao mesmo tempo e muitas das atividades eram desenvolvidas em período extra-classe e nas aulas de outros professores participantes do projeto. Apesar dos percalços expostos, os registros obtidos pelos questionários, pelas pesquisas e conversas com os outros professores participantes deram subsídios suficientes para analisar a metodologia e responder a nossa questão de pesquisa.

8.1. Da Abertura do ENAPE

O objetivo desta etapa foi apresentar aos alunos a primeira circular do ENAPE, discutindo o seu funcionamento e as funções dos envolvidos, além disso, foi objetivo também, conhecer a opinião dos alunos a respeito da temática da astrobiologia. Para isso foi utilizado a ferramenta formulários *Google*. Como essa ferramenta produz automaticamente os gráficos e foi submetido às duas turmas o mesmo questionário, este primeiro registro será analisado como se fosse uma única turma, como pode ser observado abaixo:

1. Idade:

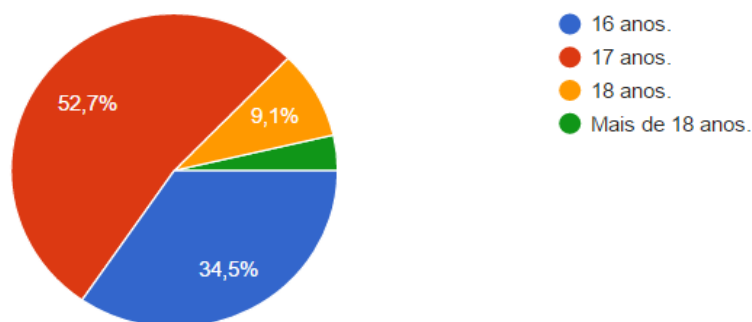


Figura 19 - Percentual das idades dos alunos participantes do ENAPE.

Na figura 19 é apresentado o percentual das idades dos alunos participantes do ENAPE. Dos 55 alunos participantes das duas turmas, somente 3,7% possuem idade igual ou maior que 18 anos, o que mostra que as duas turmas possuem alunos com idades sugeridas pelos documentos comuns de educação. A intenção desse registro é somente constatação da faixa etária dos alunos.

2. Existe alguma forma de vida fora do nosso planeta?

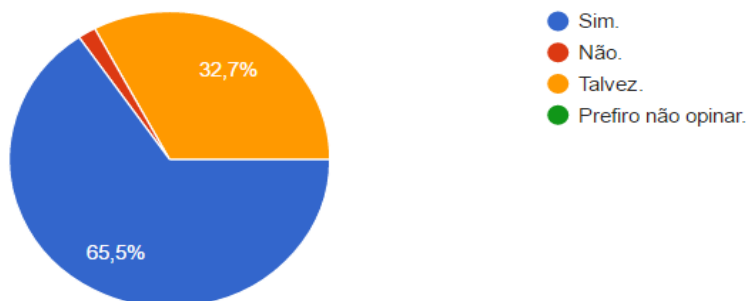


Figura 20 - Relação dos alunos que acreditam na existência de vida fora do planeta Terra.

Nesta figura, verifica-se que somente 1,8% dos alunos não acreditam que existe vida fora do nosso planeta. Atualmente, os adolescentes são apresentados às novas informações de uma maneira nunca antes imaginadas, tanto pelas redes sociais quanto pelas outras mídias. Discussões sobre vida no cosmo já são rotineiras para eles. Nestes últimos anos, a indústria do cinema explorou isso com bastante afinco, principalmente em filmes adaptados de heróis dos quadrinhos, que possuem um grande apelo popular jovem da faixa etária dos alunos participantes do ENAPE.

3. Existe vida inteligente fora do nosso planeta?

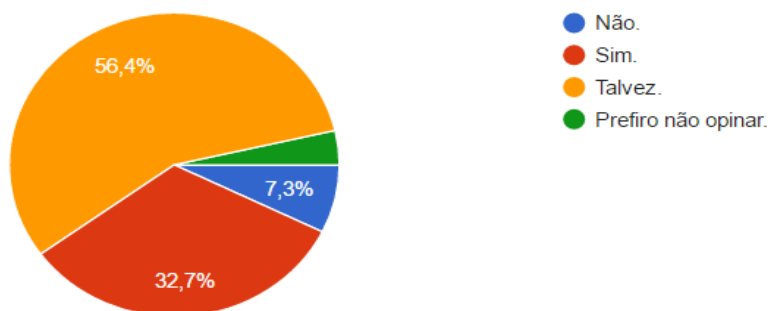


Figura 21 - Percentual de alunos que acreditam em vida inteligente fora da Terra.

Agora, quando são questionados se a vida existente fora do planeta Terra pode ser inteligente, somente 32,7% acredita que sim. Como discussões sobre vida não são estranhas a eles, como já mencionado na questão 2, verifica-se que as peculiaridades da vida inteligente em nosso planeta parecem ser, aos olhos dos alunos, um tanto difícil de se repetir na vastidão do Universo.

4. O que é vida?

O conceito de vida tem sido discutido ao longo da história da ciência e em determinados momentos deixado de lado pelo pensamento científico, ou pelo pequeno valor dado a uma definição de vida por alguns cientistas, que acreditam que não teria influência no desenvolvimento de suas pesquisas empíricas (RICHEN, 2005) e/ou pela dificuldade de conseguir um conceito definição de vida.

Considerando a importância de explicações de vida para a biologia teórica e a possibilidade desse conceito apresentar um caráter integrado do ensino de ciência, Corrêa et al (2008), a partir de uma revisão histórica do conceito de vida, elaboraram algumas categorias para utilizá-las nas análises empíricas do seu trabalho. As categorias elaboradas foram então utilizadas para discutir o conceito de vida presente nas concepções de alunos e professores da EB do estado de São Paulo. As características elaboradas através da revisão histórica foram:

- I. Vida como a presença de uma substância específica dos seres vivos;
- II. Vida como uma criação divina;
- III. Vida como organismo que surge da luta entre suas partes;
- IV. Vida como autopoiese;
- V. Vida como interpretação de signos;
- VI. Vida como seleção de replicadores;
- VII. Vida como sistemas autônomos com evolução aberta.

VIII. Vida como lista de propriedades.

Com base nas categorias sobre o conceito de vida dos autores citados foi construído um gráfico para apresentar de forma geral as concepções dos alunos envolvidos no ENAPE, como pode ser observado a seguir:

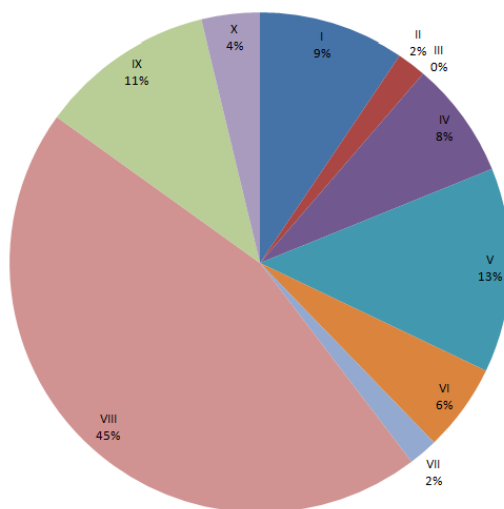


Figura 22 - Concepções de vida dos participantes do ENAPE.

Na primeira categoria: (i) Vida como a presença de uma substância específica dos seres vivos, refere-se, segundo Corrêa et al (2008), como uma posição filosófica caracterizada por postular a existência de uma força ou impulso vital sem a qual a vida não poderia ser explicada. Traços dessa posição filosófica foram encontrados em 9% dos entrevistados, como pode ser observado na figura 22 e exemplificado nas respostas dos alunos abaixo:

“Vida é quando um organismo precisa de algum tipo de fonte para sobreviver”.

“Vida é energia cósmica convertida em funções vitais, expressivas ou não”.

Graças aos avanços tecnológicos, da ciência e da comunicação, os adolescentes são naturalmente instigados a refletir sobre a natureza da vida e do Universo, e assim as discussões a respeito em sala de aula eram muito acaloradas. Observando a figura 22, pode-se verificar que a maioria dos entrevistados consegue fazer as distinções entre religião e ciência, representando um total de 98%. Isso pode ser verificado também, na resposta do único aluno que apresentou em sua definição conotações religiosas (categoria ii):

“Vida é uma manifestação divina da criação e compaixão de Deus”.

A categoria (iii) foi a única que não esteve presente nas respostas dos alunos investigados. Nela se explica o orgânico através da autorrelação sustentada por relações de dominação. Frezzatti (2001) apresenta Friedrich Nietzsche (1844-1900) como idealizador dessa posição. Para Nietzsche, o indivíduo é uma ficção psicológica e gramatical. O que

chamamos de indivíduo é resultante de uma luta interna entre as partes menores do organismo que formam alianças quando certas partes vencem e outras definham.

Vida como autopoiese é a categoria (iv) proposta por Corrêa et al (2008), considerada como uma rede complexa de interações no qual os componentes são ao mesmo tempo produtos e produtores da rede. 8% dos alunos tiveram respostas com tênue aproximação com a categoria (iv), uma vez que enfatizaram a vida como rede de interações químicas:

“Uma sincronia de reações químicas organizadas por cadeias carbônicas que respondem ao ambiente”.

Vida como interpretação de signos (categoria v), é baseada na concepção da biossemiótica (bios = vida & semion = signo), que segundo Corrêa et al (2008) é um campo novo na filosofia da biologia que procura compreender a vida não apenas pela organização das moléculas, mas também pela interpretação de signos na natureza. Trata-se de uma maneira de entender a vida biológica como um fenômeno semiótico sustentado principalmente na teoria de Charles Sanders Peirce (1839-1914).

Para Peirce (1958), um signo é algo que se refere a alguma outra coisa, em algum de seus aspectos. O efeito de um signo sobre o sistema que o interpreta é chamado de interpretante. Dessa forma, a ação do signo (semiose) ocorre por meio de uma relação triádica entre signo (elemento que media a relação entre objeto e interpretante), um objeto (o que é representado no signo) e um interpretante (o efeito do signo sobre o intérprete) – figura 23.

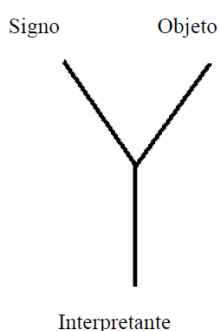


Figura 23 - O signo peirceano é uma relação triádica, segundo Coutinho (2005).

Coutinho (2005) argumenta que a biossemiótica, tal como a teoria autopoiese, é uma abordagem alternativa à teoria sintética. A biossemiótica considera a interpretação de signos a propriedade fundamental dos sistemas vivos e a toma como definidora da vida.

De maneira bastante simplificada, podemos definir o signo como aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Assim, da noção de que a unidade de estudo da biologia é a relação sýgnica, podemos extrair que a vida não é algo possuído ou doado a uma determinada instância material e, portanto, uma substância no mundo – pois

fundamentalmente, a vida se dá nas relações semióticas entre os organismos e o ambiente. Aqui temos duas coisas importantes. Primeiro, temos uma busca de uma definição para além das listas de propriedades. Segundo, ao estabelecer que a vida seja comunicação, encontramos novamente a categoria relacional de vida.

Em suma, encontramos uma categoria de extrema sutileza e importância filosófica. De fato, a compreensão aprofundada da biossemiótica requer mais leituras e debates¹³. Como esse não é o escopo deste trabalho, restringiremo-nos ao que foi exposto a respeito deste campo da filosofia da biologia. O que levaremos como critério para análise das concepções dos participantes do ENAPE, é a relação de valor que é presente na biossemiótica, quando sustenta que a compreensão da vida não é dada apenas pela organização das moléculas, mas também pela interpretação de signos na natureza, então estamos dando certo valor¹⁴ para que nos permita entender o fenômeno da interpretação.

Nas argumentações dos participantes, foram encontrados 13% que atribuíam o termo valor para a definição de vida, como pode ser observado na resposta a seguir:

“Não há um termo certo ou correto para definir "VIDA". Pra mim, VIDA é tudo que há ao nosso redor, não me refiro apenas respirar e existir, mas também em agir criar e sobreviver. É meio que um conjunto de ações que envolve tudo mas que ao mesmo tempo não envolve nada... Isso se faz uma questão não tão simples de pensar e nem de questionar. Não sei bem como falar/descrever”.

Na categoria vi (Vida como seleção de replicadores), que segundo Corrêa et al (2008) é a capacidade dos seres vivos de produzirem cópias de si mesmos, mantendo suas características genéticas básicas através das gerações e de, ao mesmo tempo, sofrerem modificações genéticas advindas dos processos de mutação e/ou recombinação, evoluindo com o passar do tempo. Essa categoria foi encontrado em 6% das concepções:

“Vida se baseia na manutenção da espécie, ou seja, tudo que tem a possibilidade de se reproduzir, assexuadamente ou não, em algum momento de sua existência, está vivo”.

Vida como sistemas autônomos com evolução aberta (categoria vii) é definida por Corrêa et al (2008) como a ideia de que os seres vivos são redes de interações complexas que se auto-mantém (o que se aproxima da noção de autopoiese) com os processos seletivos e evolutivos. Ou seja, nessa rede de interações que caracteriza os seres vivos aparecem determinadas formas de registros de informação que podem ser passado às gerações seguintes,

¹³ Para maior aprofundamento vê Coutinho (2005).

¹⁴ Tal noção é introduzida, por Sharov (1998) apud Coutinho (2005), com o termo valor. Valores podem ser aplicados a vários tipos de atividades: comer, dormir, mover, crescer, reproduzir etc. Avaliando objetos e processos, o organismo interpreta subjetivamente o mundo e a ele mesmo e, ao fazê-lo, constrói seu ambiente.

permitindo que sistemas vivos permaneçam ao longo do tempo. Para essa categoria, foi encontrado na concepção de um único aluno (2%):

“Vida é a característica de um organismo que está constantemente em evolução”.

A última categoria (Vida como lista de propriedades) foi a mais notada nas concepções dos alunos participantes do ENAPE. Nesta categoria, a sua definição decorre da atitude de Ernst Mayr, que segundo Coutinho (2005), é um dos biólogos mais importantes do século XX e também autor de textos de história e filosofia da biologia e representativo da atitude cética em relação à definição de vida. Para Mayr o termo ‘vida’ não pode ser definido, uma vez que a noção de vida é senão uma retificação dos processos vitais. Além disso, essa empreitada não é importante para a biologia. Finalmente, o que pode ser definido ou, pelo menos, aproximadamente demarcado, são os processos vitais, e esses por meio de uma lista de propriedades.

Como que seguindo Mayr, 45% dos alunos atribuíam a definição de vida como uma lista de propriedades:

“Vida é o nome atribuído a todos os seres que respiram e se reproduzem”.

“Vida é um período entre o nascimento e a morte, é um conjunto de acontecimentos, com fases boas e ruins”.

As categorias ix e x presentes no gráfico representa “Sem definição identificada” e “Não soube responder”, respectivamente. Essas duas categorias representaram cerca de 15% das concepções analisadas. Quando se refere à categoria ix traduz a ideia de que a resposta presente no questionário não se alinhou a nenhuma proposta de Corrêa et al. (2008).

De forma geral, a partir da figura 22, percebe-se que entre os participantes do ENAPE apesar da grande variedade de categorias representadas em suas respostas, a maioria, contando com os que não souberam responder (categoria x), mais aqueles que não foram possíveis identificar alguma categoria (categoria ix) e os que listavam várias propriedades para compreensão de vida (categoria viii) se ancoraram mais no senso comum. Mesmo que não utilizassem argumentações religiosas, suas respostas mostram pouca ou nenhuma reflexão sobre este conceito no ensino de ciência e biologia (CORRÊA et al, p.36, 2008).

5. Quais os fatores essenciais para o desenvolvimento da vida?

Levando em conta a concepção filosófica de Mayr, de que a vida pode ser definida por uma lista de processos vitais, os participantes foram questionados sobre quais são esses fatores essenciais para o seu desenvolvimento. Como pode ser averiguado na figura 24:

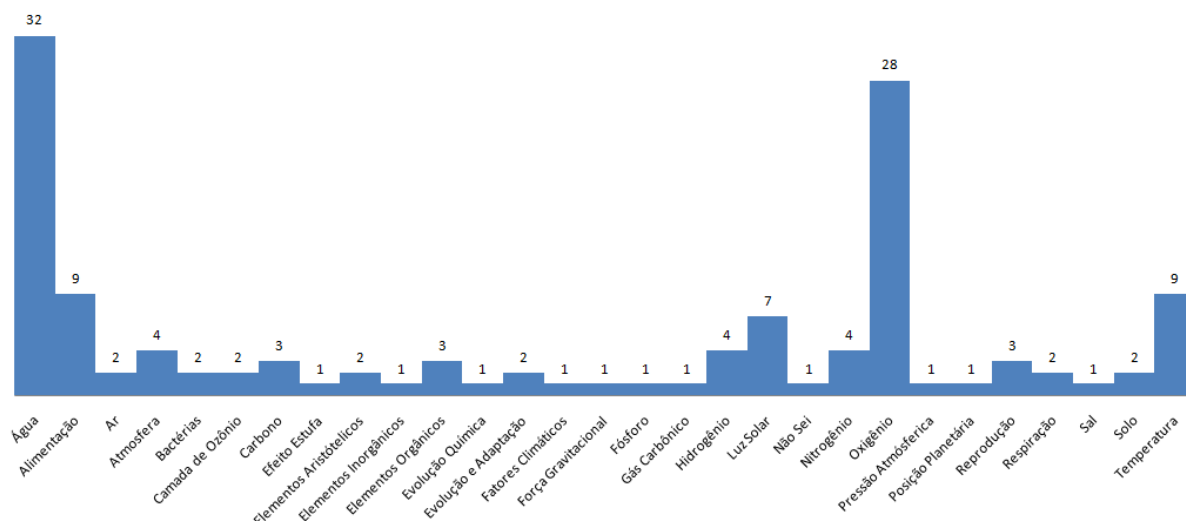


Figura 24 - Fatores essenciais para o desenvolvimento da vida segundo os participantes do ENAPE.

A figura 24 mostra a quantidade de vezes que o “fator essencial a vida” foi citado nas respostas dos participantes, e em várias delas apareceram mais de um fator (Vide ANEXO A). É notória a presença da referência à água e ao oxigênio como os principais fatores essenciais para a vida. Outro marco admirável é a quantidade de fatores encontrados, um total de 29.

Os fatores que também tiveram destaque em relação aos demais foram alimentação, temperatura e luz solar, indicando uma necessidade de energia para a vida, como pode ser observado na resposta do aluno a seguir:

“Depende das características do ser. Na Terra os fatores que permitem a existência de vida são: oxigênio, temperatura média de 22°C, a camada de ozônio, água no estado líquido e substâncias nutritivas”.

Propriedades planetárias também foram mencionadas:

“Um fator importante é os elementos nitrogênio e fósforo que ajudam a procriar bactérias e que em um futuro vai se tornando cada vez mais complexa; Outro fator é a posição do planeta que recebe os raios luminosos de sua principal estrela e usa daquilo para gerar condições de melhor reprodução e criação de primeiros seres sendo ele simples; outro fator é o a camada de proteção que funciona como uma barreira permeável que ocasionam um melhor conforto térmico e filtro de raios nocivos aos "terráqueos" ;etc...”

Nessa resposta, pode-se ver, com algum otimismo, certa compreensão do conceito de Zona Habitável (Capítulo 2) e sua influência na origem e manutenção de vida em um corpo celeste. Outro fator encontrado, mas pouco mencionado, foi à citação dos elementos Aristotélicos que constituem a matéria: “Água, terra, fogo e ar.” Sua presença não é tão

significativa, mas é relevante que algumas pessoas apresentam tais concepções nos dias de hoje.

É importante frisar que a concepção de Mayr não subentende uma falta de entendimento do assunto, mas sim uma percepção comum dos envolvidos, como já discutido na questão anterior. Acreditando que a discussão a respeito da definição de vida não seja tão explorada, a figura 24 evidencia e constata um perfil filosófico do ensino de ciência no referido assunto.

6. Caso em algum momento no futuro o homem tenha que sair da Terra, qual seria a melhor alternativa no Sistema Solar?

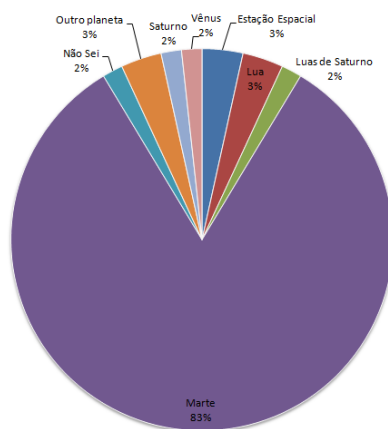


Figura 25 - Melhores alternativas de colonização do homem em outros corpos celestes no Sistema Solar.

7. E fora do Sistema Solar?

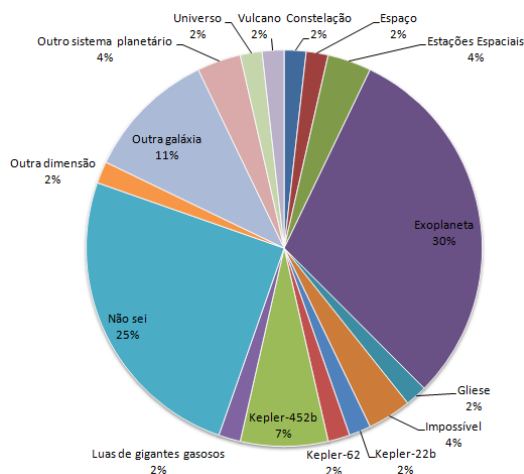


Figura 26 - Melhores alternativas de colonização do homem em outros corpos celestes fora do Sistema Solar.

Como podem ser observados nas figuras 25 e 26, os participantes já possuem certas noções astrobiológicas. Quando questionados sobre os possíveis caminhos a se tomar para a colonização de outros corpos celestes, apresentam em sua maioria concepções alinhadas com aquelas da ciência.

Segundo a figura 25, 83% dos alunos acreditam que o melhor lugar para a futura colonização humana em outros corpos no Sistema Solar é o planeta Marte. Outros destaques são as luas de Saturno, 4% no total, e acreditamos que a menção de Saturno é em decorrência de suas luas. Cabe também destacar a menção de estações espaciais na Zona Habitável do Sistema Solar:

“Marte ou uma base interplanetária entre a Terra e Marte”.

O planeta Vênus também foi mencionado, com certa ressalva, pois o aluno acredita que é possível sua colonização em certas partes do nosso vizinho planetário.

“Vênus, se construirmos plataformas suspensas nas partes habitáveis de sua atmosfera”.

Já na figura 26, vemos que os alunos, em sua maioria, têm conhecimento dos exoplanetas. Chegaram até a mencionar o nome de quatro deles, Kepler-22b, Kepler-62, Kepler-452b e “*Gliese*” (estrela Gliese 581). A grande diferença entre os dois gráficos é a quantidade de alunos que não souberam responder; na figura 25 foram 2% e na figura 26 foram 25%.

Um aspecto notado na figura 26, foi que 11% dos alunos acreditam que a possível colonização deverá ser feita em outra galáxia, sendo bastante superior aos 4% que acreditam que a colonização deverá ser feita em outro sistema planetário. Isso mostra que entre os alunos, não há uma distinção sinóptica dos conceitos de sistemas planetários e de galáxias.

8.2. Da Entrega dos Resumos e Tempestade de Ideias

Como apresentado no capítulo 7, os resumos submetidos ao ENAPE foram trabalhos reais e produzidos na década de 1950. O primeiro resumo (R1): Teoria da Anabiose Noturna e Hiberna da Flora Ultra-Xerofítica e Possível Fauna Simbiótica do Planeta Marte, foi submetido à turma A (TA), já o segundo resumo (R2): Nascimento da Astrobotânica, foi submetido a turma B (TB).

A sequência utilizada nesta etapa já foi discutida no capítulo 7. Primeiramente, em aulas distintas, cada turma recebeu o resumo, depois foi feita uma leitura individual e também uma leitura coletiva. Logo após, cada participante expressa oralmente, em uma palavra ou em frases bem curtas, tudo o que lhe vem à cabeça, sugerido por aquele tema, sem se preocupar em censurar essas ideias. Um aluno anotava tudo que foi dito no quadro-branco. A seguir apresentamos os quadros de questões (ideias) produzidas pelas turmas:

Quadro 4 - Questões da tempestade de ideias (R1 - TA).

Teoria da anabiose	Plantas superiores terráqueas	Fáunula
Flora ultra-xerofítica	Nitratos de baixa temperatura eutética	Leis ecológicas
Fauna simbiótica	Amniotas	Característica dos seres marcianos
Condições mesológicas em Marte	Corpo calafetado	Extremófilos
Condições mesológicas na Terra	Revivescência	Pteridófitos
Adaptação biológica	Tardígrados	Metabolismo oxidativo

Quadro 5 - Questões da tempestade de ideias (R2 - TB).

Fotografia por Emulsão	Absorção de clorofila	Método de pesquisa
Existem outros tipos de fotografias?	Linhas espectrais	Telescópio refrator
O que é periélio?	Vidas no fundo do mar	Onde ele fez as fotografias
Adaptações dos seres vivos	Vegetação subártica ou alpina	Por que usar filtros verdes, amarelos e vermelhos?
O que é espectroscopia?	Oposição Marte	Por que usar filtros?
O que é formação aerográfica?	O que é astrobotânica?	Vegetação marciana

Na segunda parte foi feita a seleção de todas as ideias que a turma produziu, seguindo algum critério prévio, ou agrupando-as por alguma semelhança, ou eliminando as que não podem ser postas em prática.

Quadro 6 - Eixos estruturantes elaborados pelos participantes do ENAPE.

TA	TB
• Astrobiologia; • Biologia; • Ecologia; • Física; • Geofísica; • Geografia; • Química.	• Análise química; • Astronomia; • Geografia; • Método de análise; • Vida.

O restante da aula foi usado para a organização das equipes. Foi dada aos alunos a liberdade de formar as equipes e também de escolher o assunto que desejavam pesquisar, que foi um dos eixos estruturantes propostos. A maioria dos grupos em cada sala foi formado por no máximo 6 alunos e a quantidade de grupos foi definida a partir da quantidade de eixos estruturantes propostos, ou seja, para a TA existiu 7 grupos e para a TB foram 5 grupos. Cada grupo ficou responsável por pesquisar a respeito das questões (ideias) e apresentar um parecer para o resumo. Entre as duas turmas foram recolhidas 36 questões (ideias), coincidentemente metade para cada uma.

8.3. Do trabalho de Campo

Essa etapa pode ser dividida em duas partes: (i) apresentação de Marte (informações históricas e físicas) pelo professor de física e aplicação do Jogo Disparada para Marte, e (ii) pesquisa bibliográfica e entrevista com os especialistas.

A primeira parte foi necessária para contextualizar os alunos com o planeta Marte desmitificando algumas ideias equivocadas presentes no questionário introdutório. A apresentação montada tinha em seu escopo somente informações técnicas e históricas do planeta vermelho: missões espaciais, clima, aspectos físicos, etc. Para ajudar na familiarização dos alunos com o tema proposto, foi decidido que eles poderiam utilizar o jogo *Disparada para Marte* (Fig.27):



Figura 27 - Participantes do ENAPE utilizando o jogo Disparada para Marte.

Na segunda etapa, depois da aula expositiva e da atividade didática com o jogo, os participantes começaram a fazer as pesquisas e as consultas aos especialistas. Esta parte se desenvolveu quase que totalmente em período extra-classe, principalmente por causa das consultas aos especialistas, e a construção das apresentações orais das equipes.

Nesse etapa, os outros professores (biologia e projetos) participantes do projeto atuaram com maior intervenção, porque as pesquisas ocorridas no colégio foram em suas aulas. Outro ponto importante é que nenhum grupo fez consulta aos especialistas no assunto, como astrônomos e astrobiólogos. Eles aproveitaram a formação dos professores de biologia e projetos (biólogos de formação) para auxiliá-los nas pesquisas.

Na sequência, os alunos começaram a construir as apresentações baseadas nas pesquisas que serão apresentadas para a turma na próxima etapa.

8.4. Da Esquematização Geral da Situação

Abaixo temos a transcrição dos resumos entregues pelas equipes, que relatam basicamente o que foi apresentado pelas equipes. Os resumos foram transcritos em duas linhas, sendo que na linha de cima encontramos os resumos das equipes da TA e na linha de baixo os resumos da TB. A forma usada na apresentação dos resumos teve como propósito facilitar a comparação da produção das equipes até o presente momento. No final dos resumos, faremos os comentários gerais das apresentações.

Resumos (TA)

ASTROBIOLOGIA

Os maiores indicadores de que há vida em Marte são:

- A água (principal fonte para existência de vida). Por conta de sua distância do Sol, Marte é um planeta muito gelado para conseguir manter a água na forma líquida, por isso a primeira forma e que a água foi encontrada em Marte foi no estado sólido, mas sais encontrados no solo de Marte podem diminuir o ponto de congelamento da água, sendo possível encontrar água na forma líquida, atraindo mais possibilidades para se encontrara vida em Marte.
- Gás metano (que pode originar de fontes biológicas ou não biológicas), sua emissão pode ser proveniente de rochas.

Porém ainda não se sabe a fonte desses dois. O fato de apresentar tais características, não significa que realmente há vida em Marte. Amostras de rochas marcianas apresentam moléculas orgânicas de hidrogênio e carbono, fatores que também são importantes para a existência de vida, mas que podem existir sem ela.

Por apresentar essas características os seres mais viáveis que podem existir em Marte são:

- Extremófilos: Organismos que conseguem sobreviver em condições geoquímicas extremas, prejudiciais a maioria dos outros.
 - Acidófilos: Quando vivem em meios muito ácidos.
 - Alcalófilos: Quando vivem em meios muito básicos;
 - Psicrófilos: Quando vivem em temperaturas muito baixas;
 - Halófilos: Quando vivem nas Salinas.
- Bactérias metanogênicas: Bactérias anaeróbicas (que vivem na ausência de oxigênio) que possuem a capacidade de fabricar gás metano.

QUÍMICA

- Em Marte
 - Marte é o 4º planeta do Sistema Solar. O Planeta Vermelho tem essa tonalidade por causa do seu solo com rica presença de óxido de ferro. A temperatura pode variar de - 60°C a 20°C.
- Condições & Atmosfera
 - Marte até o momento, não possui às mínimas condições para suportar vida no planeta. Sua atmosfera é presente de forma majoritária por Gás Carbônico (CO₂) com cerca de 96%.
- Ponto Supercrítico do CO₂
 - O Ponto Supercrítico do Carbono é quando uma alta concentração de carbono aliada a pressão atmosférica e temperatura chegam a um ponto extremo do gás CO₂ gerando o SCO₂.
- Nitratos
 - O nitrogênio é essencial para a formação o da tal famosa vida que os cientistas buscam, e foi encontrado em Marte.

BIOLOGIA E GEOFÍSICA

- Teoria da Anabiose: Teoria de hibernação (secagem, congelamento, liofilização com suspensão das funções vitais).
- Flora Ultra-xerofítica: Plantas com reforço da parede celular, com presença de tecidos mecânicos, com adaptação para secas.
- Fauna Simbiótica: Todos os seres vivos associados, onde recebem, ambos, benefícios.
- Condições mesológicas em Marte: Condições que Marte possui, em termos geofísicos, para receber vida.
- Fenômeno da Adaptação Biológica: Adaptação dos seres vivos de se adaptarem ao meio.
- Plantas Superiores Terráqueas: Termo utilizado para se referir a plantas vasculares.
- Metabolismo Oxidativo: Processo químico no qual o oxigênio é usado para produzir energia a partir de carboidratos.
- Amniotas: Todos os animais, cujos embriões são rodados por uma membrana amniótica.
- Corpo calafetado: Corpo sem aberturas.
- Revivência: Processo de reviver/sair da anabiose.
- Tardígrados: Ser microscópio altamente resistente à temperatura, radiação e ao vácuo.
- Fáunula: Fauna de um meio reduzido.

FÍSICA E GEOGRAFIA

MARTE	TERRA
Atmosfera composta por: • Dióxido de carbono (CO₂): 95,32% • Azoto (N₂): 2,7% • Argônio (Ar): 1,6% • Oxigênio (O₂): 0,13% • Água (H₂O): 0,03% • Néon (Ni): 0,00025%	Atmosfera composta por: • Nitrogênio (N): 76,08% • Oxigênio (O₂): 20,95% • Argônio (Ar): 0,93% • Dióxido de carbono (CO₂): 0,035%
Temperatura • Máxima: 20°C (68°F) • Mínima: -140°C (-220°F)	Temperatura • Máxima: 60°C • Mínima: -88°C
Satélite Natural • Fobos • Deimos	Satélite Natural • Lua
Anos e dias • 1 ano = 687 dias • 1 dia = 24h e 37 min	Anos e dias • 1 ano = 365 dias • 1 dia = 24h
Gravidade: 3,711 m/s ²	Gravidade: 9,807 m/s ²
Solo: Silício, ferro, cloro e enxofre	
Luminosidade: 43% da luminosidade da Terra	
Radiação: Dose média de 220 µGv.	O homem recebe em média 2,4 mSv por ano. Os efeitos nocivos ocorrem em doses acima de 100 mSv.

FÍSICA E GEOGRAFIA

MARTE	TERRA
• Não possui campo elétrico de origem à escala global. Assim, o planeta está exposto a partículas solares e radiações cósmicas. • Pressão atmosférica é menos de 1% da pressão atmosférica da Terra.	• O campo magnético da Terra é como um gigantesco ímã. • A pressão ao nível do mar = 1 atm = 76 cmHg.

ECOLOGIA

A Teoria da anabiose Noturna e Hibernar da flora Ultra Xerofítica e possível fauna Simbiótica do Planeta Marte em sua tese afirma, de acordo com os fatores da ecologia, que a existência de algum tipo de vida seria possível de acordo com os fatores ambientais do Planeta vermelho.

Em nossas pesquisas provamos que a tese de vida existente em Marte seria impossível pelos seguintes fatores:

A **Flora Ultra Xerofítica** nada mais é que a adaptação de uma planta para resistir terra seca, o que na verdade em Marte, nem calor encontramos. Sua temperatura média é de -63° C (-81° F), com uma temperatura máxima de 20° C (68° F) e mínima de -140° C (-220° F) o que não proporciona o calor necessário para a existência de alguma planta ou alguma espécie de vida no planeta Marte.

A **Fauna Simbiótica** é a existência de dois seres vivos (seja duas plantas, ou uma planta e um animal) na qual ambos os organismos recebem benefícios, logo isso prova que a existência de algum ser vivo em Marte é impossível, pois se não há existência de uma planta, por consequência, outra espécie de vida não existirá porque necessita de uma associação de dois seres vivos que levam uma vida juntos.

Já o **Fenômeno da Adaptação**, logo está ligado aos termos citados anteriormente, pois é um processofisiológico de um organismo que tenha evoluído durante um período de tempo através da seleção natural (também conhecido como Darwinismo ou Evolucionismo), no qual a um processo de mutação, migração; O que nos comprova mais uma vez a inexistência de alguma vida no Planeta Marte, pois se não há seres vivos, logo não temos a evolução de espécies.

A **Lei Ecologia** defende a vida, logo se em Marte não existe vida, a lei ecológica não rege o Planeta Marte.

Resumos (TB)

ANÁLISE QUÍMICA

O que é Espectroscopia? É uma técnica de aferimento de dados físico-químicos através de transmissão, absorção ou reflexão da energia radiante incidente em uma amostra. Sua origem encontra-se no

estudo da luz visível dispersa de acordo com seu comprimento de onda, por exemplo, por um prisma. Joseph Fraunhofer elaborou as primeiras normas para a comparação de linhas espectrais obtidas a partir de prismas de vidros diferentes, além de estudar os espectros das estrelas e dos planetas, usando uma objetiva de telescópio para coletar a luz, dando com isso origem à ciência da espectroscopia.

Absorção de Clorofila: Clorofila é cada um dos pigmentos que se encontram nas células das plantas, dando cor verde às suas folhas, conseguida devido à absorção de luz das regiões entre o azul e o vermelho do espectro de luz, refletindo diferentes tonalidades de verde. Ela é fundamental para a fotossíntese, onde a clorofila capta a luz solar e a utiliza como fonte de energia para transformar dióxido de carbono, água e sais minerais em alimentos, e durante essa transformação, a planta libera oxigênio no ar.

Linhas espectrais: Baseando-se nas teorias de Planck e Niels Bohr, sabemos que os elétrons, ao serem excitados, mudam de camadas ou níveis de energia, e ao retornarem emitem fótons. O registro desses fótons cria o que chamamos de linhas espectrais, que é específica em cada átomo. São essas linhas que nos mostram que há ácido sulfúrico na atmosfera do planeta Vênus, sem precisarmos ir até para verificarmos.

ASTRONOMIA

O que é periélio? A etimologia, o significado da palavra periélio vem Peri (à volta, perto) e hélio (Sol) do latim. O periélio é o ponto da órbita em que um corpo celestial está mais próximo do Sol. Quando ele encontra-se no periélio, o corpo celestial possui maior velocidade de translação de toda sua órbita. Quando está órbita não resolve-se ao redor de um sol ela chama-se de periastro.

Oposição Marte: A oposição Marte é o movimento em que o planeta vermelho fica mais próximo da Terra. O fenômeno acontece a cada 26 meses, quando a órbita da Terra alinha-se com a de Marte e a Terra situa-se entre/no meio do Sol e Marte. As oposições são mais favoráveis quando o planeta vermelho encontra-se em seu periélio.

O que é Astrobotânica? A astrobotânica faz parte de um ramo na Astrobiologia que estuda a probabilidade de vida vegetal própria e a possibilidade de vida dos vegetais terrestres em outros astros.

Método de pesquisa: A pesquisa foi realizada dentro das áreas de concentração de projeto, onde o autor e pesquisador utilizou de fotografias e da espectroscopia e o conhecimento relacionado à botânica terrestre, derivada dos outros métodos citados. Através da observação das fotografias e do conhecimento do espectro da superfície de um planeta através de filtros, ele chegou à conclusão da possibilidade de vida vegetal em Marte.

GEOGRAFIA

O que é formação aerografia? Aerografia = o estudo da superfície de planetas sólidos. Também conhecida por aerografia, a geografia marciana é baseada na geografia física da terra, suas características físicas e representações cartográficas.

Sua topografia:

- Norte: formado por planícies retilíneas cobertas de lavas.
- Sul: terrenos montanhosos, escavados e povoados de crateras de impactos*.

Norte/ Sul estão em contraste.

A formação aerográfica, portanto seria a junção de toda essa análise da superfície.

*queda de um meteorito ou cometa em uma superfície.

MÉTODO DE ANÁLISE

O que é fotografia por emulsão? Imagem preto e branca formada por reações químicas que colorem uma foto.

Existe outros tipos de fotografia? Sim existem, como a fotografia digital.

Por que usar filtros? 1º remover o excesso de luz azul/violeta para corrigir a foto. 2º produzir contraste entre objetos de diferentes cores e mesma quantidade de luz. 3º efeitos artísticos.

Por que usar filtros verdes, amarelos e vermelhos?

- Amarelo: clareia, bloqueia o azul, escurece o céu;
- Verde: destacar e produzir tons realistas;
- Vermelho: bloqueia azul e verde, contraste, define.

Onde ele fez as fotografias? As fotografias foram tiradas no observatório de Pulkovo.

O que é telescópio refrator? É um instrumento que trabalha com a refração. Possui uma lente objetiva que capta a luz dos objetos e torna a imagem no foco. Há uma segunda lente que funciona para aumentar a imagem.

ASTRONOMIA

A adaptação de seres vivos: A adaptação de seres vivos em qualquer ambiente que não seja o seu próprio depende de muitos fatores, entre eles a existência da fonte primária de obtenção de energia, temperatura, predadores, desenvolvimento de sistemas de defesa.

Caso houvesse a adaptação em outros planetas, seriam necessários outros recursos, como a distância ideal do Sol, a existência de substâncias químicas para que possa ocorrer o metabolismo, a existência de água no estado líquido e uma atmosfera com oxigênio e dióxido de carbono.

Vidas no fundo do mar: Para seres vivos habitarem o fundo do mar, precisaram se adaptar a baixos níveis de temperatura e grandes níveis de pressão. Nas maiores profundezas, onde a luz não é capaz de chegar, alguns animais desenvolveram a bioluminescência para sobreviver.

A profundidade média do oceano é 4000 metros. Novos estudos descobrem espécies jamais vistas, podemos dizer que do fundo do mar o ser humano só sabe que não sabe muito sobre ele.

Vegetação subártica ou alpina: A vegetação subártica se dá em climas em que apresenta intensa e profunda ocorrência de neve, essa vegetação é de floresta conífera (taiga ou floresta boreal).

A vegetação alpina varia segundo as altitudes, na maior altitude se encontra musgos e líquens, descendo se encontra bosques de coníferas e depois faiais, no mato, carvalhos e castanheiros.

Como pode ser observado, a busca de conhecimentos foi o objetivo central dessa etapa, pois foi com base nela que a maior parte da pesquisa se desenvolveu. Essa busca ocorreu na sua totalidade por pesquisa bibliográfica. Quase todas as equipes relataram a falta de tempo em buscar opiniões e pareceres de especialistas, a não ser dos professores participantes.

Por uma questão de comodidade, alguns dos grupos pediram a fusão entre eles, como pode ser verificado na TA, com a junção das equipes (biologia e geofísica) e (física e geografia). Infelizmente, poucas equipes relataram a consulta de mais de uma fonte, demonstrando a dependência de receitas prontas. Em síntese, através das apresentações e do

resumo entregue ao professor, notou-se que somente duas equipes, nas duas turmas, fizeram um esforço considerável na busca de mais conhecimento. Cabe ressaltar que os conhecimentos pesquisados pelas equipes se relacionavam com a situação-problema. A constatação do pouco empenho, em geral, das equipes, acarretou uma grande preocupação por parte dos professores sobre a pouca motivação dos alunos nessa fase do ENAPE. O déficit de atividades de acompanhamento realizadas no período extraclasse representou um grande percalço na proposta de trabalho original.

8.5. Do Parecer dos Resumos

Apesar dos problemas encontrados na etapa anterior, todos os grupos chegaram com material pronto para apresentação e discussão com os demais grupos. Nesta etapa, ficou acertado que cada equipe apresentasse seu parecer com base no que foi pesquisado, e no final a partir das discussões seria definido um documento final mais amplo a partir de cada resumo submetido ao ENAPE.

Logo a seguir, seguem os pareceres de cada equipe em cada turma:

Quadro 7 - Parecer da comissão Técnico-Científica (TA).

Teoria da Anabiose Noturna e Hiberna da Flora Ultra-Xerofítica e Possível Fauna Simbiótica do Planeta Marte			
Equipe	Parecer	Aprovado	Reprovado
Astrobiologia	Que provavelmente pode haver vida em Marte, pela possível existência de bactérias metanogênicas que produzem gás metano. Ou já existiu vida em Marte e agora é extinta.	SIM	
Biologia e Geofísica	Aprovamos a teoria proposta após uma pesquisa detalhada e uma comparação entre fatores geofísicos e biológicos. A presença de fauna altamente resistente e de flora adaptada ao ambiente faz com que seja possível a teoria da anabiose noturna e hiberna da flora ultra-xerofítica e que seja plausível a existência de fauna simbiótica no planeta Marte.	SIM	
Ecologia	A Lei Ecologia defende a vida, logo se em Marte não existe vida, a lei ecológica não rege o Planeta Marte. Portanto concluímos que, com base na Teoria da anabiose Noturna e Hiberna da flora Ultra Xerofítica e possível fauna Simbiótica do Planeta Marte, e de acordo com nossas pesquisas em termos ecológicos, a existência de vida no Planeta Marte é impossível.		SIM
Física e Geografia	Comparando as condições fisiológicas da Terra com as condições de Marte, a composição atmosférica, as diferenças de temperatura, a pressão, o solo e diversos outros elementos. A tese exposta pelo autor do texto seria aprovada, pois mesmo com as diferenças do ambiente, Marte é o planeta que mais se assemelha às condições da Terra. Assim, o processo de anabiose seria possível em Marte, pois algumas de suas regiões são parecidas com as nossas áreas desérticas e a Antártica. Dado as temperaturas e suas variações, tudo o que ele supôs seria possível.	SIM	
Química	A flora ultra-xerofítica marciana dependerá de nitratos de baixa temperatura eutética. Os nitratos sobrevivem à baixa temperatura e os mesmos são essenciais para a formação de proteínas e na formação de DNA e RNA e conseqüentemente da vida. Os nitratos podem ser originados por seres vivos, mas não há provas, os mesmos podem ter vindo de rochas e/ou meteoritos.	SIM	

Quadro 8 - Parecer da comissão Técnico-Científica (TB).

Nascimento da Astrobotânica			
Equipe	Parecer	Aprovado	Reprovado
Análise química	Nosso grupo concluiu que o trabalho dele seria aprovado pois como a espectroscopia e a clorofila dependem de energia, as plantas poderiam liberar os gases responsáveis pela vida.	SIM	
Astronomia	Aprovado pela comissão, já que, está dentre as áreas de concentração, poderiam ser utilizados melhores instrumentos com melhores condições, mas foi-se usado os instrumentos que se encontraram disponíveis no momento.	SIM	
Geografia	Não concordamos com a aerografia. Porque a imagem capturada pela aerografia pode não ser tão nítida, fazendo os observadores verem coisas não reais. A intenção da aerografia é boa, porém o resultado pode ser algo não real.		SIM
Método de análise	O trabalho pode ser aprovado, pois as condições de existência são reais e corretas.	SIM	
Vida	Nosso grupo aprovou o congresso, pois há existência de micro-organismos com uma adaptação a vida extrema, por que as condições de vida em Marte são muito difíceis, e os seres vivos da Terra não se adaptaram a esta vida em Marte.	SIM	

As preocupações surgidas antes das apresentações foram concretizadas. Na etapa anterior, onde as equipes deveriam apresentar os caminhos percorridos e os que poderiam ocorrer, expôs uma forte característica comportamental dos estudantes participantes do ENAPE. O espírito de pesquisador foi pouco encontrado, as pesquisas baseavam-se em quase sua totalidade em uma única fonte de referência. Antes dos pareceres, a percepção obtida foi a falta de interesse em pesquisar em mais de uma fonte, de discutir com os professores e também de trazer novos conhecimentos à tona, decorrentes as pesquisas.

O sentimento de que eles não estavam interessados em participar do evento esteve bastante forte nos professores envolvidos. Mas, os pareceres mostraram uma nova conotação, e que de certa forma, possa representar a EB da rede privada de ensino do Brasil, a educação para os exames e vestibulares. Talvez não seja a falta de interesse, mas sim uma dificuldade epistemológica, por que as respostas estavam além do verdadeiro ou falso promulgado nas questões trabalhadas em outros momentos em sala de aula e em diversas disciplinas do currículo do EM. Praticamente todas as equipes se concentraram na veracidade dos conceitos científicos presentes nos resumos. Caso fossem verdadeiros do ponto de vista científico, o resumo era aprovado. As únicas duas equipes que não aprovaram os resumos submetidos, não apresentaram comportamento extremamente diferente. Salvo algumas ressalvas, todos eles parecem ter sido adestrados para a cultura do “certo ou errado”, sem se preocuparem com as particularidades de cada caso.

Por exemplo, o objetivo do ENAPE era a discussão de estratégias e possibilidades científicas para a exploração pela 1ª sonda marciana brasileira (Bandeirante) em 2018. Assim,

todos os resumos deveriam relatar indícios e/ou estratégias para a exploração da sonda brasileira, apresentando possíveis seres existentes, técnicas para detecção de vida, entre outros. Já a comissão técnico-científica deveria observar se as ideias dos resumos eram relevantes para a “futura exploração brasileira”.

Levando em conta o segundo resumo (Nascimento da Astrobotânica), o autor apresenta uma técnica de detecção de vida a partir de fotografias por emulsão, técnica essa que poderia ser acoplada na Bandeirante. O exercício de pensamento, leva a discutir se as fotografias astronômicas por emulsão poderiam de fato mostrar indicio de vida em algum corpo celeste, o grupo “geografia” da TB conseguiu fazer esse raciocínio, os demais se preocuparam em verificar se o método era possível, sem considerar as peculiaridades da técnica. Como do ponto de vista conceitual é possível tirar fotos de planetas por emulsão, é extremamente viável a sua aprovação no evento.

Esse tipo de ciência que existe na EB, que serve somente para provar a sua existência e que não compreendê-la poderá impossibilitar a sua passagem para o próximo nível de ensino, ainda é forte em nossas salas. Em síntese, a maioria dos estudantes participantes do ENAPE não conseguiu usar a ciência para resolver o problema, eles usaram a ciência para provar a ciência.

Ao final das apresentações e das discussões, os alunos foram levados ao laboratório de informática do colégio para conhecerem a origem dos resumos e dos seus autores. Essa foi uma atividade bastante interessante, pois o fato de que eles foram reais e produzidos na década de 1950 deixou perplexos alguns estudantes. Semelhantemente à primeira etapa, os estudantes responderam um questionário com a ferramenta formulário *Google*. Com a intenção de verificar com maior profundidade os comentários dos participantes do ENAPE, o questionário final foi opcional e respondido anonimamente, ou seja, nem todos os alunos o responderam. Mesmo assim, foi obtido um grande número de comentários. Pela inviabilidade de apresentar aqui todas as respostas, no anexo B encontram-se todas elas na íntegra.

1. Você gostou de fazer parte da comissão técnico-científica?

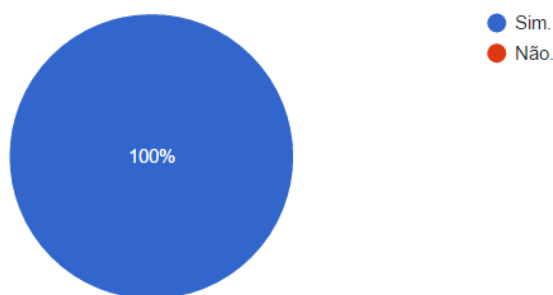


Figura 28 - Percentual de aprovação do ENAPE.

Como pode ser observado a partir da figura 28, todos os alunos participantes do ENAPE gostaram da atividade produzida.

2. Você teve alguma dificuldade durante o evento?

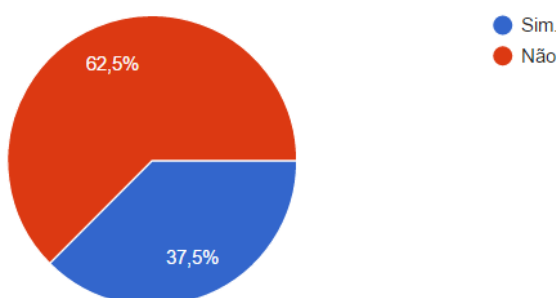


Figura 29 - Nível de dificuldade para realização das atividades propostas pelo ENAPE.

A figura 29 informa que, mesmo que todos os alunos gostaram da atividade, cerca de 37,5% tiveram alguma dificuldade durante as etapas. Para os que tiveram dificuldades foi solicitado listá-las. E as principais dificuldades foram o vocabulário científico, fontes de pesquisa e a complexidade das informações encontradas, como se pode ser verificar nas respostas a seguir:

“minha maior dificuldade foi em compreender os termos científicos usados”.

“A única dificuldade foi a pesquisa, que nem sempre possuía respostas, então ficou um pouco difícil de responder as perguntas”.

“Talvez, a falta de conhecimento na área da pesquisa, que dificulta um pouco a compreensão do trabalho desenvolvido”.

“Algumas perguntas foram bem complexas e difíceis de encontrar uma resposta imediata na internet”.

“A maior dificuldade do grupo foi na parte da pesquisa, a qual foi complicado encontrar informações com dados concretos, pois cada um se baseava em outro e assim por diante”.

As dificuldades encontradas refletem um aspecto normal quando se busca um novo conhecimento. Espera-se que na busca de um novo conhecimento, nos deparemos com certos obstáculos e para superá-los fortificamos o saber, ainda mais quando o que se procura não é trivial e rotineiro.

3. O que você achou do trabalho avaliado pela comissão técnico-científica?

Nesse momento, a intenção do questionário era de identificar alguma relação de aprovação ou reprovação do artigo científico por parte dos estudantes:

“O trabalho foi fascinante, é uma grande oportunidade poder analisar o trabalho de outras pessoas e pesquisar mais sobre o que esta sendo dito”.

O trabalho avaliado tem bons argumentos, mas possui alguns erros, como o método das fotos, que na verdade mostra a atmosfera do planeta.

O trabalho foi bem desenvolvido dentro de suas circunstâncias, mesmo com erros, ainda há mérito para seu desenrolar.

Ele possui um caráter especulativo, mas consegue o fazer sem exageros. Ele explora um cenário possível sem concluir se este existe ou não, apenas seguindo uma linha lógica partindo de suas premissas.

O trabalho estava bem feito para a época em que foi anunciado. Mas que agora podemos perceber que ele é errado.

Achei um trabalho muito interessante. Mais interessante ainda foi poder pesquisar certas coisas que eu nunca pensei em pesquisar antes.

Pelas respostas selecionadas, percebe-se uma gama de relações encontradas. Há alunos que gostaram de avaliar e conhecer um artigo científico. Houve aqueles que foram mais profundos, qualificaram as informações apresentadas pelos resumos, como o caráter especulativo, o método de obtenção de dados e a época que foram produzidos.

4. Você acredita que teve tempo hábil para entender e julgar o trabalho submetido ao evento?

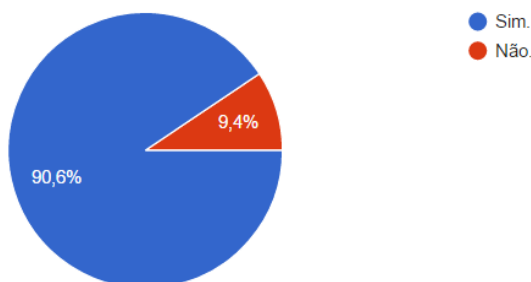


Figura 30 - Nível de aprovação do tempo para julgar os resumos submetidos ao ENAPE.

O ENAPE ocorreu durante um mês, e os participantes como pode ser observado na figura 30, em sua maioria acreditaram ter tido tempo hábil para fornecer os pareceres dos resumos submetidos.

5. Você concorda com o parecer feito pelo seu grupo?

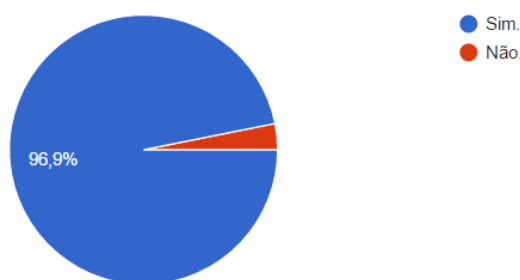


Figura 31 - Percentual de alunos que concordaram com o parecer do grupo.

A intenção dessa pergunta é de verificar se houve consenso no grupo em relação ao parecer final dado. Quase todos que responderam ao questionário final confirmaram essa relação, como pode ser verificado nas respostas a seguir:

“porque o parecer foi feito em grupo, sendo assim minha opinião está contida nele já que sou parte dele”.

“pois foi realizado um estudo entre os membros e a conclusão dos membros foi absoluta”.

“Porque o parecer foi coletivo, todos nós fizemos pesquisas juntos e discutimos sobre isso para chegar a uma opinião final”.

Na segunda sub-pergunta dessa questão, foi perguntado se o aluno concordava com a decisão tomada pela turma, como veremos a seguir quase todos concordaram também com o parecer da turma:

“a turma teve um parecer muito semelhante ao do nosso grupo, visto que para seus respectivos artigos eles realizaram uma pesquisa critica”.

“Sim, a decisão tomada pela turma assemelha-se as decisões tomadas por meu grupo”.

Já aqueles que não concordaram com o parecer da turma, se justificaram perante o real interesse dos outras equipes que participaram do ENAPE:

“Não sei se concordo com a turma, pois não tenho certeza se o resto da turma teve o mesmo interesse que o do meu grupo”.

“A decisão tomada pela turma foi de maneira cômoda, e esperada pois a grande maioria foi no não questionar os fatos da Teoria”.

Aqui podemos presumir uma nova característica, apresentada na resposta do aluno acima: comodidade. Talvez os participantes possuísem um sentimento de inferioridade em relação ao trabalho científico, não sendo capazes de reprová-lo e por comodidade eles aprovaram os resumos. Logo em seguida foi perguntado se, depois do conhecimento a respeito da origem do trabalho submetido, houve alguma mudança de opinião:

“eu concordo com a posição da comissão, tendo em vista que foi feito uma pesquisa sobre o assunto”.

“O parecer da comissão foi realizado de forma critica, com base nos estudos feitos pelo coletivo e a discussão dos fatos,por isso concordo com tudo o que foi realizado”.

“Favorável, após ver o esforço da sala não tinha como ser contra um trabalho que pode ser muito promissor para o país”.

“Mantenho a opinião de que não seria possível, o artigo trás muitas suposições e não provas”.

Mesmo apresentando a origem dos autores e de seus trabalhos, os participantes não mudaram de opinião. Uma resposta interessante é a do aluno que se segue. Ele mostra que mesmo sendo um trabalho científico, não há uma total imparcialidade por ser uma atividade humana. Menciona ainda a relação do professor Flávio Pereira com a ufologia como indício das suas especulações:

“O pesquisador, devido a sua origem como ufólogo, obviamente possui um viés em relação ao assunto. Mas, deve-se considerar, nenhum pesquisador é plenamente imparcial, e seus pontos de vista acabam se infiltrando em seus projetos”.

6. O que você achou do jogo, Disparada para Marte? Conseguiu aprender um pouco mais sobre Marte com ele? Tem alguma sugestão de melhoria.

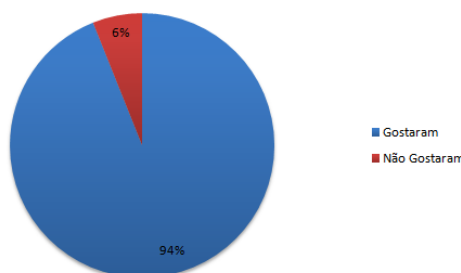


Figura 32 - Nível de aprovação do jogo Disparada para Marte.

O jogo Disparada para Marte teve grande aceitação por parte dos participantes dos ENAPE (Figura 32). O jogo foi muito importante para introduzir alguns conceitos de astrobiologia além de desempenhar um papel lúdico na aprendizagem, como pode ser notado em algumas respostas abaixo:

“Muito legal e criativo. Uma maneira de se divertir e aprender ao mesmo tempo”.

“Foi importante não só pelo conhecimento adquirido sobre Marte, mas também pela possibilidade de interação entre os alunos e a forma de aprender de um jeito mais dinâmico. Acredito que a forma como esta sendo feita é muito positiva”.

“O jogo tem uma ótima dinâmica e ainda apresenta diversas curiosidades divertidas sobre o planeta vermelho”.

Além de aprovarem a prática com o jogo de tabuleiro, alguns alunos sugeriram algumas melhorias, que serão discutidas e incorporadas nas próximas versões do jogo. Algumas das sugestões são aqui apresentadas, lembrando que todas elas se encontram no anexo B:

“Gostei muito, achei um jogo interativo e de conhecimento. O jogo deveria ser mais longo”.

“Muito criativo e é uma maneira nova de se aprender mais sobre o planeta vermelho. Remoção do campo minado, parte a qual o elimina da partida”.

“O jogo disparada para Marte foi uma maneira muito inteligente e didática de conhecermos mais sobre o Planeta Marte. Consegui aprender muito pouco, pois joguei pouco. Queria ter jogado muito mais. Uma sugestão de melhoria seria deixar um jogo um pouco mais extenso”.

“O jogo é muito didático, aprendemos de uma forma divertida e que fixa mais na cabeça. É muito bom ter experiências como essa no aprendizado. Uma forma de melhorar o

jogo, é pondo mais casas para que as rodadas não acabem tão rápido, e mais casas coringas, como por exemplo "volte até a casa 1 e espere a próxima rodada"”.

“O jogo foi muito bem feito, com ele, aprendi muito sobre o planeta Marte como sua atmosfera, sua temperatura e outras curiosidades. Uma sugestão de melhoria é sobre o dado que poderia não ter dois 3 e poderia ter um lado (substituindo um 3) que fosse como volte uma casa ou não ande”.

“Achei o jogo muito criativo e didático. O bom seria se ele fosse um pouco maior para podermos ter a oportunidade de aproveitar mais cartas e adquirir mais conhecimento sobre Marte”.

Na experiência da primeira versão do jogo, notou-se que ele tomava tempo, comprometendo sua execução durante uma aula. Já na segunda versão, tivemos a preocupação de torná-lo mais rápido. O número de casas com comando foi aumentado e ganhamos mais agilidade com os pinos e o dado. Desse modo, o jogo ganhou uma grande fluidez. Isso pode ser notado nas respostas dos alunos, que sugeriam em sua maioria uma extensão do jogo com o acréscimo de mais comandos. Houve alunos que também sentiram a necessidade de mudar o dado utilizado.

7. Antes do evento, você respondeu outro questionário a respeito do seu entendimento sobre as "coisas" que envolve a vida. Teve alguma mudança no seu entendimento durante o evento? Comente a sua experiência.

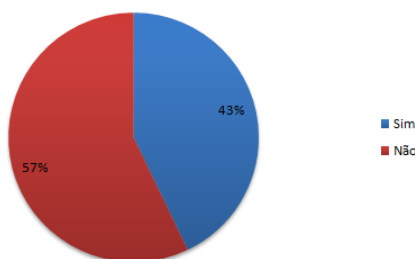


Figura 33 - Mudança conceitual de vida decorrente a participação do ENAPE.

Na figura 33 apresenta a informação de que a maioria dos participantes não teve nenhum ganho de conhecimento sobre a noção de vida durante o evento. Anteriormente, no primeiro questionário, discutiram-se as concepções de vida identificadas nas falas dos alunos, comprovando a dificuldade de conceituar o que é a vida. A seguir temos algumas respostas selecionadas das da figura 33:

“não,a vida ainda continua um misterio na minha concepção”.

“sim, durante a experiencia do evento descobri novas formas de vida (que vivem em ambientes de condições extremas)”.

“Não mudou, apenas complementei uma opinião que eu já tinha (é possível a vida em Marte), através de fatos científicos e concretos, dando ainda mais certeza e esperança”.

“Acho que tive um entendimento maior e mais abrangente do que é a vida. O que mudou em relação a isso foi o fato de entender que a vida vai mais além do que pensamos ou imaginamos”.

8. O que você aprendeu de novo durante as pesquisas para conhecimento do trabalho submetido? Comente a sua experiência.

Nesta questão, o objetivo central era identificar novos conceitos científicos aprendidos durante as pesquisas para fomentar os pareceres dos resumos. Foi encontrada uma grande variedade de conceitos, tais como concepção de teoria científica, vida em outros planetas, extremófilos, condições planetárias para manter a vida, métodos de fotografia, métodos de observação astronômica, ponto supercrítico do carbono, teoria da anabiose, entre outros. Isso revelou que houve um ganho de conhecimentos, pois tais conceitos muito dificilmente seriam explorados pela maioria dos participantes em outras circunstâncias, como pode ser notado na fala do aluno abaixo:

“Aprendi a questionar; a impor meus pensamentos e conhecimentos. Até então nunca tinha feito nenhuma tese relacionado a nada”.

Depois do ENAPE, alguns alunos decidiram participar do Icloc Jovem 2016 (Fig. 34), que é um evento totalmente voltado para alunos de escolas públicas, particulares e terceiro setor. Derivado do ICLOC¹⁵, um dos principais congressos de práticas na sala de aula, o Icloc Jovem tem como objetivo proporcionar ao meio educacional um espaço para discussão, reflexão e apresentação de projetos realizados por alunos do segundo ciclo do ensino fundamental II (9º Ano) e do EM regular e profissionalizante. O evento já era conhecido por eles, e como tiveram uma boa experiência na participação no ENAPE segundo suas percepções, solicitaram aos professores participantes do ENAPE que os ajudassem a submeter um pequeno resumo para apresentação no Icloc Jovem 2016, evento que foi realizado no Instituto Singularidades no dia 08/10/2016.

¹⁵ Vide site: <http://www.icloc.org.br/default.asp>



Figura 34 - (a) Cartaz do Iclon Jovem 2016. **(b)** Representantes das turmas participantes do ENAPE apresentando suas impressões do evento fictício ao 2º Iclon Jovem Singularidade.

A apresentação dos estudantes no Iclon Jovem 2016 foi a última atividade do ENAPE. Este evento fictício produziu uma enorme variedade de informações e possibilitou um novo olhar para as práticas interdisciplinares. Os alunos tiveram grandes dificuldades em percorrer as suas etapas, principalmente no início, mas tiveram um grande prazer em participar do evento durante toda a sua realização, e nas fases finais da atividade, vários alunos se deram conta do alcance dos temas que encontraram e de sua interligação. Na conclusão do evento, o sentimento era de gratificação, pois os alunos não trabalharam somente para analisar os trabalhos submetidos, eles lutaram para vencer o sistema tradicional de ensino presente na EB brasileira. Podemos afirmar que o evento foi eficaz quanto ao quesito de alfabetizar científica e tecnicamente os indivíduos. Na medida em que os próprios alunos conseguem perceber e expor seus avanços em relação a estes aspectos, cremos que é um sinal bastante evidente da sua eficácia.

No percurso da presente investigação, pode-se verificar alguns elementos, extraídos das respostas obtidas, que se constituíram em empecilhos para a construção efetiva da proposta original. O primeiro dele é de ordem epistemológica e se refere ao entendimento da construção do conhecimento científico. Entre os obstáculos relativos aos conteúdos científicos, citados pelos alunos e identificados pelos professores participantes, pode-se assinalar a dificuldade de relacionar o conteúdo com mais de uma fonte e o conhecimento de conteúdo específico de outras disciplinas com um grau maior de especificação, além do sentimento de comodidade, já discutido anteriormente, pelo qual os alunos não se sentiram totalmente à vontade em julgar os trabalhos submetidos.

Outro ponto notório foi que na utilização da astrobiologia nesse nível de ensino, como aponta Santos et al (2016), a complexidade intrínseca do enigma astrobiológico, com suas

evidências e abordagens multifatoriais, exige perspectivas multi, inter e transdisciplinares. Especialistas isolados não podem resolver questões astrobiológicas, pois um único mecanismo ou linguagem científica não pode dar conta de tais questões, que acabam por envolver a totalidade do mundo natural.

Como diz Tomaska (2011, p.359)¹⁶, apud Santos et al (2016, p.258):

se até mesmo as disciplinas individuais estão se tornando cada vez mais impenetráveis para os cientistas, devido a restrições temporais e cognitivas, como podemos esperar que até os melhores alunos sejam capazes de enfrentar e captar assuntos tão difíceis?

Essa observação tão arguta reflete-se aqui, na nossa experiência didática, que ao proporcionar uma aproximação dos alunos do EM com a astrobiologia, esbarramos na compartimentalização das práticas e métodos de ensino da EB tradicional. Santos et al (2016) sugere que uma solução possível para esse problema seria educação de especialistas com profundas bases teóricas em disciplinas individuais para torná-los capazes de aplicar seu conjunto particular de técnicas, métodos e habilidades em questões fora de suas próprias especialidades. A astrobiologia enquadra-se perfeitamente neste cenário porque exige múltiplos talentos, o que nos leva a crer na relevância da temática astrobiológica em sala de aula.

Por fim, outro elemento importante que se mostrou um obstáculo ao trabalho foi a própria prática pedagógica. Para o pleno êxito da proposta, os professores participantes que tiveram um papel importante em algumas etapas como mediadores do ensino aprendizagem, talvez pudessem ser mais atuantes no período de pesquisa, sem prejuízo da autonomia dos alunos, remetendo a mais referências e em alguns dos casos (resumo 1) auxiliando a refinar a proposta do trabalho submetido. Talvez o êxito dessa proposta, na sua forma original, pudesse ser maior na educação superior, uma vez que é necessária certa maturidade e independência intelectual por parte dos participantes.

No capítulo 3, discutimos a partir de Medeiros (2006), que por mais fascinante e envolvente que seja um conhecimento, isso não garante que ele, por si só, seja transformador. A *forma* como esse saber será vivenciado é que proporcionará, ou não, mudanças no modo do aluno perceber o mundo (mudança cosmoeducativa). Infelizmente, não foi possível identificar com segurança essas mudanças nos participantes do evento, mas em alguns alunos apareceu uma fagulha. A real efetivação do processo de mudança de perceber o mundo pelos alunos se dará em longo prazo com práticas metodológicas como a aqui discutida. Essa foi uma

¹⁶ Tomaska, L. *Training biology's new romantics*. **Eur. Mol. Biol. Org. Rep.** 12(5), p. 398–400, 2011.

primeira versão do ENAPE. Sem dúvida, as sementes produzidas por ela se frutificarão em futuras edições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de promover uma tão necessária melhora no desempenho em ciências dos estudantes da EB, o presente trabalho investigou a possibilidade de inserção da astrobiologia nos currículos de ciência, dentro de um projeto pedagógico orientado segundo os objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica. Como parte desse projeto, foram elaborados produtos lúdicos que demonstraram serem ferramentas bastante significativas para o aprimoramento do ensino de ciências. Esses produtos pedagógicos foram um jogo de tabuleiro, o *Disparada para Marte*, e a simulação de um encontro de astronáutica e astrobiologia, o *ENAPE*. Esses instrumentos de ensino foram desenvolvidos dentro de uma abordagem inter e transdisciplinar, que evidenciou como os limites entre as disciplinas são atenuados quando se ataca uma situação problema tão ampla como a vida no contexto cósmico, que é o tema estudado pela astrobiologia. Como resultado da aplicação destes dois produtos pedagógicos, realizou-se no ambiente escolar a interdisciplinaridade. A literatura sobre esse tema mostra que existe pelo menos uma posição consensual quanto ao sentido e a finalidade da interdisciplinaridade: ela busca responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento, recuperando o caráter de unidade, de síntese, de totalidade e de integração dos saberes. Foi essa desfragmentação do conhecimento que verificamos na nossa experiência com o *Disparada para Marte* e o *ENAPE*. Integraram-se de um modo natural conteúdos de física, química, biologia, astronomia, geologia, tecnologias e matemática.

Nessa prática, a utilização das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade fez com que os próprios alunos conseguissem perceber e expor seus avanços em relação ao problema proposto. Na atual investigação não foi possível identificar mudanças cosmoeducativas nos participantes do evento *ENAPE*. Porém, olhando em retrospectiva, isso seria esperado, pois mudanças tão significativas como essas não poderiam ocorrer em um intervalo de tempo tão pequeno como o coberto neste estudo.

A introdução da astrobiologia na EB aqui descrita revelou-se um instrumento poderoso dentro do currículo de ciências, dando maior significado e eficácia à educação científica. Essa prática auxiliou o professor a ir além do conhecimento teórico clássico, utilizando e despertando no aluno a curiosidade sobre os conteúdos do universo como um todo e suas relações com o cotidiano. Esperamos que haja ainda mais explorações em sala de aula com a temática da astrobiologia, propiciando a oportunidade de uma nova visão de mundo, onde o ser humano é parte integrante do meio ambiente que o circunda.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, José Pinho. **Atividades Experimentais: Do método à Prática Construtivista**. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.
- ASTOLFI, Jean Pierre et al. **Mots-clés de la didactique des sciences**. Pratiques Pédagogiques, De Boeck & Larcier S. A. Bruxelas, 1997.
- ATHAYDE, S. A. **Processo educacional no ensino de Ciências e Biologia na perspectiva da Astrobiologia**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2015. 60f.
- BATISTA, I. de L.; et al. Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 13(2), p.209-239, 2008.
- BEDAQUE, P. Jogos para o ensino de astronomia. In: BEDAQUE, P. (org.) BRETONES, P. G. **Aprendizagem de astronomia em ambiente virtual**. 89-119. 2ª Ed. Campinas: Ed. Átomo, 2014.
- BERNARDES L. **Exoplanetas, extremófilos e habitabilidade**. Dissertação (Mestrado em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2012. 208f.
- BETTANIN, E. **As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina. 2003. 169f.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências** – V10(3), pp. 387-404, 2005.
- CANELO, C. M. **O Mundo Aromático - dos PAHs no meio interestelar às condições bióticas**. Dissertação (Mestrado em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2016. 91f.
- CASTRO, L. A. C. **Transposição didática: A adaptação do saber para a escola: prática pedagógica VI: ensino de eletromagnetismo**, 4-11 de maio de 2012. 11 f. Notas de Aula. Impresso.
- CAZELLI, S. **Alfabetização científica e os museus interativos de ciência**. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1992. 163f.
- COELHO, L. S. **Formação de moléculas orgânicas em ambientes interestelares**. Dissertação (Mestrado em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2012. 201f.
- CHYBA, C. F.; HAND, K. P. ASTROBIOLOGY: The Study of the Living Universe. **Annual Review of Astronomy & Astrophysics**, vol. 43, n.1, p.31-74. 2005.

CORRÊA, A. L.; et al. 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**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 183f.

CHEVALLARD, Y; JOHSUA, M. Un exemple d'analyse de la transposition didactique: la notion de distance. **Recherches didactiques des mathématiques**, v3(1). 1982.

DAMINELLI, A. Procura de vida fora da Terra. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. Especial: p. 641-646, dez. 2010.

DES MARAIS, D.J.; et al. The NASA Astrobiology Roadmap. **Astrobiology**, vol. 8, p. 715-730, 2008.

DRAKE, F. Reflections on the Equation. **International Journal of Astrobiology**, vol. 12, n.3, 173–176. 2013.

EHRENFREUND, P., Irvine W., Becker L., Blank J., Brucato J., Colangeli L., Derenne S., Despois D., Dutrey A., Fraaije H., Lazcano A., Owen T., Robert F., Astrophysical and astrochemical insights into the origin of life., **Reports on Progress in Physics**, vol. 65, p. 1427. 2002.

EXOPLANET.EU. 2017. **The Extrasolar Planets Encyclopaedia**. Disponível em: <http://exoplanet.eu/catalog/> Acesso em 3.fev.2017.

FORATO, T. C. de M.; et al. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

FOUREZ, G. **Alfabetisation scientifique et technique**. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. De Boeck Université: Bruxelas, 1994.

_____. **A construção das ciências**. São Paulo: Unesp, 1995.

_____. **científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G.; MATHY, P., ENGLEBERT-LECOMTE, V, “Un modèle pour un travail interdisciplinaire”. **ASTER**. Vol 17, pp. 119-140, 1993.

FORGET, F. On the probability of habitable planets. **International Journal of Astrobiology**, vol. 12 (3), p.177–185, 2013.

FREZZATTI JR., W. A. **Nietzsche contra Darwin**. São Paulo/Ijuí: Discurso/Unijuí, 2001.

FRIANÇA, A.C.S. Subjetividade no reconhecimento da vida no universo. **Rev. Brasil. Psicanálise** [Braz. J. Psychoanal.] 44(3), p.93-104, 2010.

FRIANÇA, 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 1.fev.2017.

FRIANÇA, 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 1.fev.2017.

FRIAÇA, A.C.S. What is Astrobiology? **AGA 0316 – A vida no contexto cósmico**. Notas de Aula. 2016. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/01aga0316_whatsastrobiology.ppt

Acesso em 1. fev.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.

GUIMARÃES, M.C. **Efeitos da presença de poeira na emissão de galáxias a altos e baixos redshifts**. Tese (Doutorado em em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2006. 203f.

GUIMARÃES, G. R.; SADE, W. **Utilizando a Transposição Didática para Introdução do Átomo de Bohr no Ensino Médio**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. 18, Vitória – ES, 2009. Anais... Vitória: XVIII SNEF, 2009. p. 1-9.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. 4. ed. Tradução João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1993.

HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**. Vol. 82, n. 3, 407-416. 1998.

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

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (org). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998. p. 45-75.

LENOIR, Y., LAROSE, F. Uma tipologia das representações e das práticas da interdisciplinaridade. **Revista brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 79, n. 192, p. 49-59, 1998.

LEODORO, M. P. Prefácio. **Jogos para o ensino de astronomia**. In: (org.) BRETONES, P. G. p. 5-8. 2ª Ed. Campinas: Ed. Átomo, 2014.

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, In. 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, Nº.1, 37-50. 2001.

MAIA, H. L. S.; DIAS, I. V. R. **Origem da Vida – Recentes Contribuições para um Modelo Científico**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2012.

MASETTO, M. T.; ABREU, M. C. **O professor universitário em aula: práticas e princípios teóricos**. São Paulo: MG Editores Associados, 1990.

MAYOR, M.; QUELOZ, D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. **Nature**, v. 378, n. 6555. p. 355+-, Nov. 1995.

MCCALL, Benjamin J. Optical and Infrared Observations of Diffuse Clouds. In: LIS, D. C.; Blake, G. A.; Herbst, E. (orgs.) **Astrochemistry: Recent Successes and Current Challenges**. Proceedings of the 231st Symposium of the International Astronomical Union. Pacific Grove, California, USA, 29/08-2/9 2005. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, pp.165-174.

MEDEIROS, L.A.L. **Cosmoeducação: uma abordagem transdisciplinar no ensino de astronomia**. Dissertação (Mestrado em Centro de Ciências Exatas e da Terra). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2006. 113f.

MELLO F. de S. **Zona de Habitabilidade Galáctica para Vida Simples e para Vida Complexa**. Dissertação (Mestrado em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2014. 187f.

MENEZES, L. C. **A matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. 1ª Ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.

MILLER, J. D. **Scientific literacy: a conceptual and empirical review**, In: Daedalus, n. 112, p. 29-48. 1983.

MONTEIRO, I. de M.; FONSECA, L. C. de S. Astrobiologia: concepções de alunos do ensino fundamental sobre a vida no universo. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 2889-2901. 2014

NASA. Nasa Astrobiology Institute – NAI. **About Astrobiology**. Ago. 2012. Disponível em: <<https://astrobiology.nasa.gov/about-astrobiology/>>. Acesso em 12. Abr. 2016.

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 12. Abr. 2016.

NASA. Earth's Moon. **New NASA Study Reveals Origin of Organic Matter in Apollo Lunar Samples**. Out. 2015. Disponível em: <<http://www.nasa.gov/feature/goddard/new-nasa-study-reveals-origin-of-organic-matter-in-apollo-lunar-samples>>. Acesso em 12. Abr. 2016.

NASCIMENTO, J. O. V. **Proposta de material paradidático sobre as origens do universo e da vida**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2015. 91f.

NEITZEL, C. L. V. **Aplicação da astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia**. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006. 110f.

NEHRING, C. et al. “As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos”. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte. Vol. 2, Nº 1, 99-122, março 2002.

NOGUEIRA, S. Novas fronteiras. In: NOGUEIRA, S. (Orgs.); FILHO, J. B. P.; SOUZA, P. N. **Astronáutica: ensino fundamental e médio**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. (Coleção Explorando o ensino; v. 11) p. 509-537.

PAULINO-LIMA, I.G.; LAGE, C.A.S. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 29, n.1, p.14-21, 2010.

PEREIRA, F.A. **Introdução à Astrobiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Livraria José Olympio, 1958.

PIETROCOLA, *et al.* Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**– V8(2), pp. 131-152, 2003.

PLATO. **PLANetary Transits and Oscillations of stars**. 2017. Disponível em: <http://sci.esa.int/plato/> Acesso em 1. Fev. 2017.

QUILLFELDT, J. A. Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. Especial: p.685-697, dez. 2010.

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.

RASCALHA M. **Perspectivas da Astrobiologia para uma abordagem interdisciplinar de universo e vida no Ensino Fundamental II**. Dissertação (Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática) - Universidade Federal do ABC. 2015. 172f.

RAULIN, F. **A vida no Cosmos**. Tradução de Joaquim Nogueira Gil; Coleção: Biblioteca Básica de Ciências e Cultura sob direção de Antônio Oliveira Cruz; Lisboa: Instituto Piaget, 1993.

RICKEN, F. (org.). **Dicionário da teoria do conhecimento e metafísica**. Tradução de Ilson Kaiser. Revisão técnica de Paulo Astor Soethe. São Leopoldo: Ed. da Universidade Vale do Rio dos Sinos, 2005.

RODRIGUES, F.; GALANTE, D.; PAULINO-LIMA, I. G.; DUARTE, R. T. D.; FRIAÇA, A. C. S.; LAGE, C.; JANOT-PACHECO, E.; TEIXEIRA, R.; HORVATH, J. E. Astrobiology in Brazil: early history and perspectives. **International Journal of Astrobiology**, vol. 11, p. 189-202. 2012.

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

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 275 p.

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, dez. 2002, p. 1– 23.

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.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol.16(1), p. 59-77, 2011.

SIME, M. K. **Evolução Química Galáctica e Habitabilidade**. Dissertação (Mestrado em Astrofísica). Universidade de São Paulo. 2015. 98f.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. **A transposição didática aplicada a teoria contemporânea: A física de partículas elementares no ensino médio.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. 10, Londrina – PR. 2006. Anais... Londrina: X EPEF, 2006. p. 1-10.

SOUSA, J. G. de. **Astrobiologia: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o cosmos e o ensino de ciências**, 2013, 212 fls. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciência da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2013.

SCHMITZ, C.; FILHO, J. de P. A. **Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial.** IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. 2004, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: EPEF, p. 1-13.

STEFFANI, M. H. Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas. In: STEFFANI, M. H. (org.) LONGHINI, M.D. **Reflexões e estratégias de ensino de astronomia para todos.** 385-399, 1ª Ed. Campinas: Ed. Átomo, 2014.

SHAROV, A. **From cybernetics to semiotics in biology.** Semiotica, 120: 403-419. 1998.

TESS. **Transiting Exoplanet Survey Satellite.** 2017. Disponível em: <https://tess.gsfc.nasa.gov/> Acesso em 1. Fev. 2017.

TIKHOV, G. A. 1949, **Astrobiotany**, Alma Ata: Kazakhstan SSR Academy of Sciences Press.

TIKHOV, G. A. 1953, **Astrobiology**, Moscow: MolodayaGvardia Press.

VAJPEYI, B. Z. M. In: Dalai Lama XIV. **Dialogues on universal responsibility & education.** India: Library of Tibetan Works Archives, 1995.

von DÄNIKEN, E. **Eram os Deuses Astronautas?** Tradução de E. G. Kalmus; Ed. Melhoramentos, São Paulo, 1969.

WEIL, P. **A consciência cósmica:** introdução à psicologia transpessoal. Petrópolis: Vozes, 1989.

WOLCZCZAN, A.; FRAIL, D. A. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257+12. **Nature**, vol. 355, pp. 145-14. 1992.

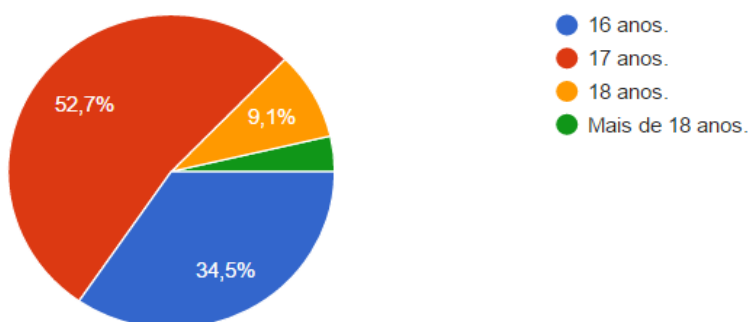
ANEXO A – Questionário Introdutório

Questionário para a Comissão Técnico-Científica - 1º ENAPE

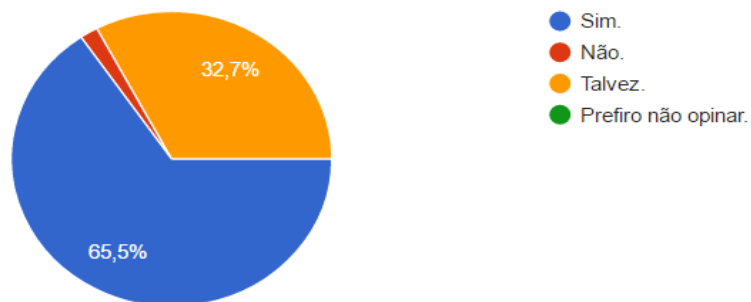
O presente Formulário busca construir o perfil dos participantes da Comissão Técnico-Científica do 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais que ocorrerá na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, no Colégio. O Evento tem como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018.

1. Nome:

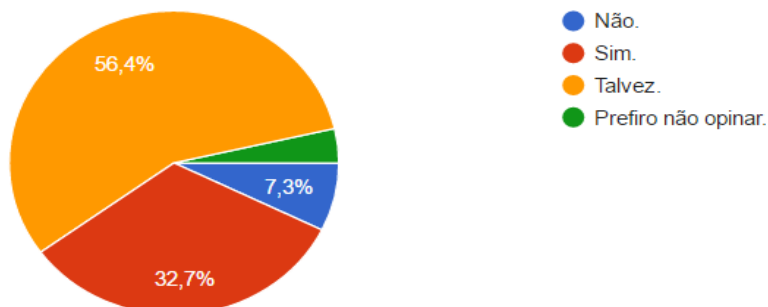
2. Idade:



3. Existe alguma forma de vida fora do nosso planeta?



4. Existe vida inteligente fora do nosso planeta?



5. O que é vida?

- *É o metabolismo, a função e o conjunto. Quando há função, metabolismo e princípio, há vida. Há vida até no insuaitado e no desconhecido. Há e surge vida de onde não existe nenhuma.*
- *Vida é aquilo que vive; que vive na sua maneira do seu jeito, na forma que se adaptou ao meio que vive. No lugar que for, existe a vida, seja em lugares muito quentes ou muito frio.*
- *É o modo de viver de qualquer tipo de ser vivo, ser humano...*
- *É tudo, literalmente*
- *Vida é uma manifestação divina da criação e compaixão de Deus.*
- *É uma bosta...*
- *Vida é o intervalo de tempo do nascimento até a morte.*
- *Vida é a existência de algo, é um conjunto de hábitos de um organismo vivo,a vida esta presente nos seres humanos e animais,mas não faz parte dos objetos,porque são apenas materiais e a vida engloba hábitos,sentimentos e pensamentos.*
- *É tudo que nasce e morre.*
- *Vida é o que caracteriza os organismos que evoluem do nascimento a morte.*
- *Vida é o nome atribuído a todos os seres que respiram e se reproduzem.*
- *Vida é um conceito muito abstrato e difícil de se definir, mas eu diria, cietificamente falando, que são os conjuntos de mecanismos em conjunto que atua em conjunto para ser um alicerce para vida.*
- *Vida é algo que tenha existência e uma função.*
- *É o tempo de existência ou funcionamento de alguma coisa*
- *Vida é existência,mdo nascimento à morte.*
- *Vida é a existência de um ser desde seu nascimento até sua morte, na qual cada ser tem seu pensamento e o seu modo de viver tanto sozinho, como em sociedade.*
- *Qualquer organismo que nasce e morre*
- *Vida é respirar, se alimentar e se desenvolver.*
- *Vida é um fator universal no qual exige um instrumento presente em um corpo que envie impulsos para que esse possa ter um metabolismo.*
- *Vida é o termo dado ao estado de um ser que possui atividade metabólica*

- *Vida se baseia na manutenção da espécie, ou seja, tudo que tem a possibilidade de se reproduzir, assexuadamente ou não, em algum momento de sua existência, está vivo.*
- *É o estado de atividade incessante comum aos seres organizados. É o período que decorre entre o nascimento e a morte.*
- *Vida é um período entre o nascimento e a morte, é um conjunto de acontecimentos, com fases boas e ruins*
- *Depende, se estamos falando no sentido biológico, vida seria, basicamente, o ciclo de nascimento até a morte e a capacidade de reprodução. Se for no sentido existencial, estamos todos tentando descobrir.*
- *um ser ou algo que apresenta organismo e metabolismo tendo consciência ou não*
- *Não sei*
- *Vida é a característica de um organismo que está constantemente em evolução*
- *Conjunto de seres existentes com o ambiente em que vivem e que proporciona que se desenvolvam e sobrevivam.*
- *Viver é existir. Algo que nasce e morre.*
- *Não há como definir o conceito de vida*
- *A vida pode ser definida por características como metabolismo, respiração e água em parte de sua composição*
- *Vida é o produto de condições geológicas e microquímicas favoráveis à sobrevivência e criação de seres que se permutam e evoluem de forma seletiva naturalmente, sendo passível de extinção e encadeando um decréscimo em todos os níveis tróficos. A partir da criação dessa tal "vida" seres VIVOS tem características específicas como a sua forma de respiração até a sua locomoção.*
- *É tudo que nasce e morre em algum momento. Ao mesmo tempo, também é o ato de exercer algum tipo de hábito, nas plantas, a respiração, por exemplo.*
- *Existir*
- *Não há um termo certo ou correto para definir "VIDA". Pra mim, VIDA é tudo que há ao nosso redor, não me refiro apenas respirar e existir, mas também em agir criar e sobreviver. É meio que um conjunto de ações que envolve tudo mas que ao mesmo tempo não envolve nada... Isso se faz uma questão não tão simples de pensar e nem de questionar. Não sei bem como falar/descrever*
- *Uma sincronia de reações químicas organizadas por cadeias carbônicas que respondem ao ambiente*

- *Algo que se reproduz de alguma maneira .*
- *Vida e questão de ser*
- *Reprodução e sobrevivencia*
- *Nascer, desenvolver ou não e morrer*
- *Penso, logo existo. Portanto vida é pensar*
- *Vida é energia cósmica convertida em funções vitais, expressivas ou não.*
- *Vida pode ser definida como qualquer tipo de forma orgânica na qual precise de alguma fonte primitiva de energia para se sustentar e sobreviver, desde o autotrofismo até o heterotrofia. Vivendo em comunidades em um ecossistema.*
- *Vida é quando um organismo precisa de algum tipo de fonte para sobreviver.*
- *É viver*
- *Vida é o que nos move e esta presente nesse planeta agua,em que vivemos*
- *Penso logo existo*
- *Tudo aquilo que é animado é constituído de seres vivos*
- *Vida é sentir, pensar, locomover-se e ter um papel na cadeia alimentar.*
- *tudo aquilo que respira, fala, senti, se colomove, faz algo aqui na terra para contribuir positivamente ou negativamente.*
- *É uma forma de organização material que consegue manter sua forma e estrutura a despeito da entropia através do metabolismo(autopoiese) e da reprodução, possibilitados pelo material genético.*
- *É aquilo que faz um ser estar vivo*
- *É tudo aquilo que se pode sentir,experimental,ver,agir.... Tudo aquilo que se pode viver*

6. Quais os fatores essenciais para o desenvolvimento da vida?

- *Para vida organica como conhecemos, necessita-se de uma atmosfera com oxigênio em abundância e de preferência água.*
- *Depende do meio que vive. Não que necessariamente precise respirar oxigênio como nós seres humanos, mas que tenha os fatores importantes para a vida, nos quais não me lembro mas acho que deveria saber.*
- *Água.*
- *Os principais sao: água e oxigenio.*
- *A vida como a conhecemos é favorecida pela formação carbônica celular, água com sais minerais, temperatura entre 10 e 30 graus Celsius, pressão regular próxima a 1 atm, atmosfera com oxigênio e água.*

- *Água e sal*
- *Água, oxigênio, hidrogênio e nitrogênio.*
- *A água, temperatura ideal, o efeito estufa, a força gravitacional, o oxigênio e o gás carbônico.*
- *Água e oxigênio.*
- *Água e oxigênio.*
- *Para o desenvolvimento da vida é preciso ter água, ar e uma temperatura extrema.*
- *São diversos fatores em conjunto para criar a situação adequada para sustentar a vida, as essenciais são água, temperatura adequada e oxigênio, isso tomando como referência o planeta terra.*
- *Água, oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio. Substâncias inorgânicas e orgânicas.*
- *Oxigênio, luz solar e água*
- *Água, alimentação*
- *Água, comida e oxigênio.*
- *Oxigênio, reprodução,*
- *H₂O, oxigênio, luz solar e alimento.*
- *Um solo, um clima, uma atmosfera, e outros elementos que sejam essenciais para que um tipo de vida se desenvolva.*
- *Alimentação, respiração*
- *Os fatores essenciais para a vida semelhante a como se apresenta na terra são, majoritariamente, água e oxigênio.*
- *Água, ar e alimentação*
- *Evolução química*
- *Os fatores essenciais para o desenvolvimento de vida, independentemente de ser animal, planta etc, seria a água e oxigênio.*
- *Desenvolvimento de sustento alimentar e preenchimento de requisitos que permitam o funcionamento biológico*
- *Não sei*
- *Para o desenvolvimento da vida são necessárias condições favoráveis, como a presença de água, oxigênio e hidrogênio*
- *Água, luz do sol, oxigênio, solo.*
- *Evolução e adaptação.*
- *Depende das características do ser. Na Terra os fatores que permitem a existência de vida são: oxigênio, temperatura média de 22°C, a camada de ozônio, água no estado líquido e substâncias nutritivas.*
- *Podem variar de espécie para espécie*
- *A vida como conhecemos depende de alguns fatores como água e oxigênio*
- *Um fator importante é os elementos nitrogênio e fósforo que ajudam a procriar bactérias e que em um futuro vai se tornando cada vez mais complexa; Outro fator é a posição do planeta que recebe os raios luminosos de sua principal estrela e usa aquilo para gerar condições de melhor reprodução e criação de primeiros seres sendo ele simples; outro*

fator é o a camada de proteção que funciona como uma barreira permeável que ocasionam um melhor conforto térmico e filtro de raios nocivos aos "terráqueos" ;etc..

- *Água, oxigênio, luz solar e fontes alimentos*
- *Existir*
- *Depende de que tipo de vida você se refere. Por exemplo : os fatores de vida de um inseto é totalmente diferente dos fatores de vida para o ser humano. Mas ambos tem o mesmo princípio e fim. Um dia nascem ... logo mais morrem, ou brotam de um outro ser vivo e morrem do mesmo jeito assim como todos.*
- *Carbono, nitrogênio e água no estado líquido*
- *Condições para que tenha vida . Exemplos : ar , água .*
- *Felicidade e mulheres*
- *Água e atmosfera favoravel ao desenvolvimento*
- *Relações humanas e oxigênio*
- *Bactérias*
- *São elementos orgânicos.*
- *A evolução, adaptação*
- *Para os humanos a água é o oxigênio são necessários, mas para outros organismos isso pode mudar como por exemplo, há seres que não precisam se oxigênio e estão aqui na terra conosco.*
- *Oxigênio, água, temperatura ideal.*
- *Oxigênio, sol e água*
- *Oxigenio, hidrogenio, agua e amor*
- *um organismo capaz de fazer suas funções básicas*
- *Oxigênio e água*
- *Respirar, comer e beber*
- *Água, terra, fogo e ar*
- *Grandes transferências energéticas (incidência de luz solar, descargas elétricas, etc) e um ambiente que reúna grande variedade de compostos químicos, de forma a permitir que, em conjunto com as transferências energéticas, haja uma complexificação dos compostos.*
- *O oxigênio, a reprodução, os objetivos, etc*
- *Os elementos água, terra, ar e fogo*

8. Caso em algum momento no futuro o homem tenha que sair da Terra, qual seria a melhor alternativa no Sistema Solar?

- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*

- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte.*
- *Marte.*
- *Marte.*
- *Marte.*
- *Marte.*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *Marte*
- *O ideal seria o planeta mais próximo de nós, a Lua ou Marte, que tem maior habitabilidade.*
- *Até onde entendo dos planetas, e ate onde jornais e sites nos dizem, o planeta Marte apresenta grandes fatores para a existência de vida dos seres humanos e das coisas do nosso planeta. Vale apenas considerar as pesquisas que supostamente apontam a existência de água em Marte.*
- *Em Marte, Pois é o planeta mais proximo.*
- *A melhor alternativa seria Marte.*
- *Saturno*
- *Seria necessário que o homem fosse para algum planeta que tivesse condições parecidas com a da terra, como a existência de água que é estudada em Marte.*
- *Marte.*
- *Marte seria a melhor opção, pois é o planeta mais próximo, além de ter chances de ter alguns fatores essenciais.*
- *Foguete em direção a Marte.*
- *A melhor alternativa seria Marte, por já haver pesquisas relacionadas à aquele planeta, em que foi descoberto a água, essencial para nossa sobrevivência.*
- *O planeta que possuir os fatores essenciais para o desenvolvimento da vida parecidos com os da Terra.*
- *Marte, por ter o clima e atmosfera mais semelhante à da Terra.*

- *Nenhuma, ou então a lua que é mais perto*
- *Provavelmente seria Marte, pois a atmosfera e o clima desse planeta são muito semelhantes aos da Terra, o que torna possível a sobrevivência e adaptação do homem em Marte.*
- *Qualquer planeta, desde que seja possível a construção de um bioma (uma cúpula por exemplo) que tenha fatores naturais que permitam a vida de seres humanos.*
- *A melhor alternativa no sistema solar seria Marte, porque apresenta atmosfera e temperatura similares*
- *Precisa ser melhor estudado, mas de acordo com situações atuais, Marte.*
- *Colônias em Marte, planeta no qual a NASA pretende enviar uma expedição dentro de alguns anos, ou uma das luas de Júpiter*
- *Marte ou uma base interplanetária entre a Terra e Marte.*
- *Marte, pois apresenta características e tamanho similar ao da Terra, além de já ter sido palco de descobertas, como de água corrente.*
- *É bem provável que seja Marte. É um planeta que está sendo muito estudado ultimamente e sempre vejo em alguns noticiários científicos que ele possui algumas semelhanças com a Terra e que pode ou não ser um futuro habitat de seres humanos.*
- *Algum lugar com atmosfera parecida com a Terra*
- *Não sei*
- *Marte ou a Lua, sendo Marte mais possível de habitar.*
- *O planeta Marte*
- *A melhor alternativa de fuga do homem é para Marte, o planeta mais viável, tanto pela temperatura como pela distância até a Terra.*
- *Vênus, se construirmos plataformas suspensas nas partes habitáveis de sua atmosfera*

9. E fora do Sistema Solar?

- *Não sei.*
- *Não sei.*
- *Não sei.*
- *Não sei.*
- *Não sei.*
- *Não sei*
- *Não sei*
- *Kepler-452b*
- *Kepler-452b*
- *Não sei*
- *Não sei*
- *Um exoplaneta que comportasse vida como a terrestre, ou um planeta com condições próximas que conhecemos em Marte ou na Lua seria o ideal.*
- *Não sei se seria possível chegar fora do sistema solar, mas considerando possível, acredito que sim, pois até onde entendo do universo (se assim se chama) existe uma*

possibilidade de existirem outros sistemas como o nosso, tendo assim as chances de terem planeta(s) como o nosso e até a possibilidade da existência de vida.

- *O universo.*
- *Exo planeto com atmosfera semelhante a da Terra.*
- *Apesar de demorar anos incontáveis, encontraríamos um planeta habitável, se tudo desse certo.*
- *Planetas aleatórios*
- *A "Nova Terra" descoberta pela NASA, um planeta que talvez seja o mais parecido com o nosso.*
- *A maioria dos planetas encontrados fora do sistema solar tem características com planetas como Júpiter e Netuno que não seriam possíveis de serem habitados,mas é possível que com o desenvolvimento da tecnologia possa ser possível a descoberta de um planeta parecido com a terra,caso não exista,não seria possível o homem viver fora do sistema solar.*
- *A melhor alternativa fora do sistema solar seria um planeta com características parecidas com a da Terra e que tenha fatores essenciais. Cientistas acham que o Planeta Gliese é um planeta extrassolar possivelmente habitável.*
- *Acho que não existe alguma alternativa para isso.*
- *Kepler 22-b*
- *Algum planeta com temperatura próxima a da Terra.*
- *Em alguma constelação, na qual seu tamanho é favorável e é possível encontrar água.*
- *O planeta que possuir os fatores essenciais para o desenvolvimento da vida parecidos com os da Terra.*
- *Um Planeta semelhante a Terra, muito provavelmente em uma galáxia semelhante ao Sistema Solar.*
- *Precisa ser descoberto*
- *Outra galáxia*
- *Não sei, mas tenho fé. Existem diversos sistemas e milhares de planetas, o Universo como o conhecemos é ínfimo comparado ao que ele realmente é, provavelmente os humanos estariam melhor adaptados a um planeta parecido com a Terra.*
- *Da mesma maneira, no caso de ausência de planeta, um bioma ambulante altamente tecnológico.*
- *Planeta kleper-452b*
- *Em outro sistema no espaço que possua um sol e um planeta com água, oxigênio e solo.*
- *Kepler-452b.*
- *Os famosos planetas "caixinhos dourados", denominação dada aos planetas que parecer ser apropriados para agitar vida, de tão raros que são, pois estes devem estar em zonas específicas ao redor de estrelas. Outra saída são luas de gigantes gasosos, é uma preferência para estrelas são as anãs vermelhas, pois estas são ativas por bilhões de anos.*
- *Não sei opinar*

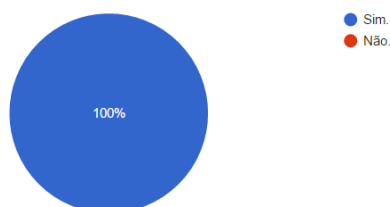
- *Seria complicado, devido ao continente populacional elevado e o tempo gasto na viagem que duraria "quase uma infinidade" para chegar em um país com características similares aos da Terra.*
- *Não faço a menor ideia.*
- *Outra dimensão*
- *Provavelmente em outra Galáxia. Eu acho que deveria saber mais sobre esse tipo de pergunta, na verdade nunca havia parado para pensar.*
- *Desconheço*
- *Andrômeda.*
- *Planeta com água*
- *Naves*
- *Não sei*
- *Algum planeta com atmosfera semelhante a da Terra e com nutrientes para agricultura.*
- *A tecnologia deverá avançar muito para que possa ser possível o homem sair do sistema solar, mas caso isso aconteça um dia, um planeta que se assemelhe com a terra estará perfeito.*
- *Planeta parecido com a Terra*
- *Um exoplaneta continental habitável*
- *Galáxia de Andrômeda*
- *Galáxia*
- *Vulcano*
- *Outra galáxia*
- *Existem uma série de exoplanetas com características similares às da terra, mas pouco se sabe de fato sobre eles*
- *Espaço*
- *No planeta da estrela Kepler-62*

ANEXO B – Questionário Final

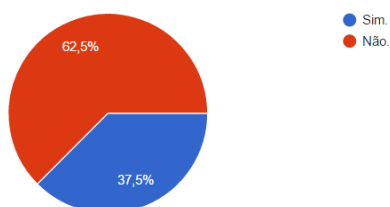
Questionário para a Comissão Técnico-Científica - 1º ENAPE

Com a finalização do 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) ocorrido na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, especificamente nas dependências do Colégio. O 1º ENAPE coordenado pelo Instituto Nacional de Satélites (INS) que teve como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018. Vem por meio deste, agradecer o empenho e dedicação da comissão técnico-científica durante as etapas do evento. Para garantir melhorias nos próximos eventos, será disponível um pequeno questionário avaliativo do evento para a comissão.

9. Você gostou de fazer parte da comissão técnico-científica?



10. Você teve alguma dificuldade durante o evento?



a. Qual foi sua dificuldade? Cite-a(s)

- Não, tudo foi esclarecido.
- dificuldade nas pesquisas, e em refutar o trabalho científico
- nenhuma
- Os diferentes tipos de pesquisa e assuntos
- minha maior dificuldade foi em compreender os termos científicos usados.
- Os termos científicos utilizados.
- Nenhuma
- A única dificuldade foi a pesquisa, que nem sempre possuía respostas, então ficou um pouco difícil de responder as perguntas.
- Talvez, a falta de conhecimento na área da pesquisa, que dificulta um pouco a compreensão do trabalho desenvolvido.
- Sim, como a necessidade de buscar mais informações para conseguir realizar a tarefa que me foi encaminhada

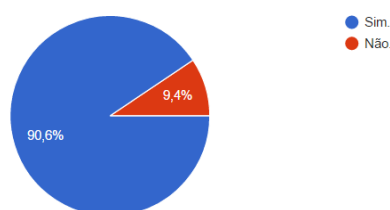
- *Dificuldade com as palavras usadas para falar sobre o assunto, não conhecia tanto o vocabulário.*
- *Algumas perguntas foram bem complexas e difíceis de encontrar uma resposta imediata na internet.*
- *Pesquisa*
- *Minha dificuldade foi de pesquisa sobre marte , e relaciona com o planeta terra*
- *Não dominar tudo relacionado a Marte.*
- *Termos Específicos de áreas diversas*
- *Termos biológicos.*
- *achar mais informações sobre marte, os possíveis seres que podem habitar*
- *Nenhuma*
- *Tive dificuldade de entender como funciona o vácuo e a gravidade em Marte*
- *A maior dificuldade foi descobrir o significado de algumas palavras presentes no artigo.*
- *O trabalho foi fácil. Não houveram dificuldades*
- *Compreender alguns aspectos de Marte.*
- *entender um pouco o clima, o que falta em marte que tem na Terra, as substâncias no ar etc.*
- *A maior dificuldade foi ir contra a teoria apresentada.*
- *A maior dificuldade do grupo foi na parte da pesquisa, a qual foi complicado encontrar informações com dados concretos, pois cada um se baseava em outro e assim por diante.*
- *Não tive dificuldades.*
- *a minha única dificuldade foi de entender e associar alguns termos. Mas após as pesquisas, tudo foi esclarecido :)*

11. O que você achou do trabalho avaliado pela comissão técnico-científica?

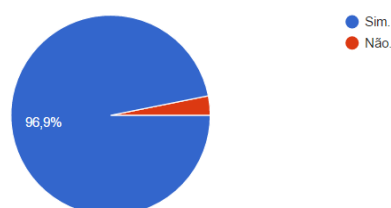
- *Achei legal e justo.*
- *achei bem apontadas as críticas feitas pela comissão*
- *interessante*
- *Muito produtivo*
- *foi muito interessante.*
- *O trabalho foi fascinante, é uma grande oportunidade poder analisar o trabalho de outras pessoas e pesquisar mais sobre o que está sendo dito.*
- *Trabalho interessante, que desperta a atenção sobre um assunto novo.*
- *Sensacional, uma experiência e tanto*
- *O trabalho avaliado tem bons argumentos, mas possui alguns erros, como o método das fotos, que na verdade mostra a atmosfera do planeta.*
- *O trabalho foi bem desenvolvido dentro de suas circunstâncias, mesmo com erros, ainda há mérito para seu desenrolar.*
- *Interessante, porém possui alguns métodos pouco eficazes*

- *Produtivo.*
- *Achei muito criativo e inteligente.*
- *eu achei legal!*
- *O trabalho foi de grande valia como material extra e funcionou como ferramenta para discussão.*
- *Acrescentou conhecimento*
- *legal com argumentos e pesquisa com bastante informações*
- *Concordo com a conclusão em que chegamos*
- *Essa experiência foi realmente incrível, conseguimos explorar o tema de vida em Marte.*
- *Legal*
- *Achei uma proposta diferente estar "do outro lado", pois geralmente nós somos avaliados.*
- *A comissão fez um ótimo trabalho avaliando os diferentes fatores existentes no planeta Marte, para que possam pousar sua sonda.*
- *achei bom*
- *O trabalho avaliado foi de conhecimentos convergentes. Muito interessante.*
- *Ele possui um caráter especulativo, mas consegue o fazer sem exageros. Ele explora um cenário possível sem concluir se este existe ou não, apenas seguindo uma linha lógica partindo de suas premissas.*
- *O trabalho estava bem feito para a época em que foi anunciado. Mas que agora podemos perceber que ele é errado.*
- *Achei um trabalho muito interessante. Mais interessante ainda foi poder pesquisar certas coisas que eu nunca pensei em pesquisar antes.*

12. Você acredita que teve tempo hábil para entender e julgar o trabalho submetido ao evento?



13. Você concorda com o parecer feito pelo seu grupo?



b. Por que?

- Não, porque pode aparecer uma sombra ou algo do tipo e pode causar muitas confusões.
- porque o parecer foi feito em grupo, sendo assim minha opinião está contida nele já que sou parte dele
- Porque concordo com eles
- De acordo com nossa análise e pesquisa, o projeto pode ser confirmado.
- pois foi realizado um estudo entre os membros e a conclusão dos membros foi absoluta.
- Porque o parecer foi coletivo, todos nós fizemos pesquisas juntos e discutimos sobre isso para chegar a uma opinião final.
- Sim, porque fomos bem específicos na nossa pesquisa.
- Pois, é correto o pensamento do grupo
- Pois, nós aprovamos a pesquisa e ela estava errada.
- Sim, pois o parecer foi previamente discutido
- Sim, porque pesquisamos com muito afinco e temos certeza do que pesquisamos.
- Porque eu não sabia de suas utilidades e para que serviam.
- Porque pode sim ter vida em Marte, por isso o parecer foi positivo
- sim, pode ter vida em Marte
- Sim, o trabalho é coerente, assim como a opinião do grupo.
- Porque fui eu que ajudei a elaborar.
- Sim, pois era possível.
- Sim, é possível existir vida em Marte ou já houve, a fatores que podem determinar a existência de certos seres como extremófitos
- Não, pois acredito que há possibilidade, se não em algum período, já houve vida em Marte.
- Nosso tópico foi Química em Marte. O planeta possui características suficientes para a geração de energia por carbono, além da presença de microrganismos responsáveis pela vida.
- Pois a conclusão faz sentido
- Sim, segundo a ecologia, as condições de vida em Marte não seriam possíveis hoje.
- Assim na Terra como em Marte, por serem planetas rochosos, estão suscetíveis à diversidade de solos, com características em comum.
- Sim, porque a gente teve uma boa conexão.
- porque existem pesquisas que comprovam isso
- Sim. Os fatores da teoria, avaliados no olhar ecológico, nos levaram a conclusão de que a existência de vida em Marte, com o seu clima irregular não haveria possibilidade alguma de existir vida em Marte.
- Pois, como um trabalho especulativo, deve-se julgá-lo a partir das implicações de suas premissas. Analisando-o desta forma, vê-se que há coesão e exemplos empíricos.
- Concordo, pois, de acordo com a avaliação feita pelo grupo sobre o contexto, atendia todos os critérios necessários para que houvesse vida.

- *Sim, pois de acordo com as nossas pesquisas sobre nossos temas , além de conhecimento pré-estabelecido, não há vida em Marte e isso nos fez ir contra todo o parecer da nossa sala*
- *Concordo. A tese apresentada foi muito bem pesquisada e como não há vida em Marte,fomos contrários a todas as teses estabelecidas em sala.*

c. E em relação a decisão tomada pela turma?

- *a minha turma teve a mesma opinião, porque realmente é algo com um grande risco de erro.*
- *muito bem tomada*
- *O mesmo*
- *Apesar de alguns não terem concordado, chegamos a um consenso de aprovação.*
- *a turma teve um parecer muito semelhante ao do nosso grupo, visto que para seus respectivos artigos eles realizaram uma pesquisa critica.*
- *Sim,todos puderam se pronunciar e colocar sua opinião,a partir disso foi feita uma conclusão.*
- *Boa, é algo que faz sentido.*
- *Creio que nao*
- *Também, a pesquisa foi aprovada pela comissão mas depois, descobriu-se que o que havia se proposto na pesquisa era inviável.*
- *Sim, pois foi a mais sensata*
- *Não sei se concordo com a turma, pois não tenho certeza se o resto da turma teve o mesmo interesse que o do meu grupo.*
- *Concordei com o grupo, chegamos juntos a uma conclusão.*
- *concordo*
- *Sim, a decisão tomada pela turma assemelha-se as decisões tomadas por meu grupo.*
- *não*
- *Concordo*
- *Com a exceção de um grupo, a turma aprovou o relatório por 6x1.*
- *Há algumas divergencias*
- *A turma concordou com o artigo (6x1), segundo outras áreas da ciência, as condições de vida em Marte seriam possíveis.*
- *A turma concordou com o parecer do meu grupo*
- *algumas decisões não*
- *A decisão tomada pela turma foi de maneira comoda, e esperada pois a grande maioria foi no não questionar os fatos da Teoria.*
- *Concordo, pois a turma chegou à conclusão de que a vida em Marte é possível, pois após muitas pesquisas, foi perceptível o atendimento de muitos critérios necessários.*
- *O pessoal não entendeu e todo mundo achou errado menos o meu grupo que entendeu o tinha de fazer. Porque meu grupo é foda.*
- *Concordo plenamente.*

d. Depois do conhecimento a respeito da origem do trabalho submetido, qual é a sua posição a respeito do parecer da comissão técnico-científico?

- *Concordo*
- *Concordo*
- *é um trabalho muito bem feito, com dedicação e tudo. achei bom.*
- *um parecer bem interessante*
- *A favor*
- *Aprovado*
- *eu concordo com a posição da comissão, tendo em vista que foi feito uma pesquisa sobre o assunto.*
- *O parecer da comissão foi realizado de forma critica, com base nos estudos feitos pelo coletivo e a discussão dos fatos, por isso concordo com tudo o que foi realizado.*
- *Favorável, após ver o esforço da sala não tinha como ser contra um trabalho que pode ser muito promissor para o país*
- *A comissão recebe um parecer positivo*
- *Bom, eles fizeram a avaliação dentro do que conheciam.*
- *Sou totalmente favorável.*
- *Ao juntar todas as pesquisas, não concordei totalmente devido a resultados de pesquisas dos meus colegas de sala.*
- *concordo*
- *concordo*
- *eu acho que já houve vida em marte e que hoje é extinta*
- *A favor do trabalho.*
- *O relatório como um todo se torna inviável essa tese, mas no tópico específico de Química, o parecer continua positivo.*
- *a opinião é que o trabalho foi muito interessante e legal*
- *Mantenho a opinião de que não seria possível, o artigo trás muitas suposições e não provas.*
- *Positiva*
- *Concordo plenamente com os fatores apresentados pelo meu grupo.*
- *O pesquisador, devido a sua origem como ufólogo, obviamente possui um viés em relação ao assunto. Mas, deve-se considerar, nenhum pesquisador é plenamente imparcial, e seus pontos de vista acabam se infiltrando em seus projetos.*
- *Não é possível por essa teoria ter vida em Marte.*

14. O que você achou do jogo, Disparada para Marte? Conseguiu aprender um pouco mais sobre Marte com ele? Tem alguma sugestão de melhoria.

- *Muito legal e criativo. Uma maneira de se divertir e aprender ao mesmo tempo.*
- *achei ótimo, existem coisas na vida que se melhorar estraga*

- *Gostei do jogo, me ajudou a aprender mais sobre curiosidades em relação a Marte.*
- *Não*
- *Foi uma forma diferente de aprendizado.*
- *achei muito bom e didático, consegui aprender sobre Marte de uma forma diferente.*
- *Foi importante não só pelo conhecimento adquirido sobre Marte, mas também pela possibilidade de interação entre os alunos e a forma de aprender de um jeito mais dinâmico. Acredito que a forma como esta sendo feita é muito positiva.*
- *Sim, aprendi muito mais. Não tenho nenhuma sugestão, é um jogo completo.*
- *Bem criativo*
- *o jogo é interessante, aprendi muitas coisas sobre Marte.*
- *Gostei do jogo, mas, os dados(peças) poderiam vir no mesmo material que das cartas e do tabuleiro, facilitando sua construção.*
- *Sugiro perguntas mais objetivas e respostas definidas, as quais permitam, quando o aluno responder corretamente, avançar de casa no tabuleiro*
- *Achei muito legal, aprendi muitas coisas em relação a Marte. Não há nenhuma sugestão.*
- *Gostei. Além de ser uma atividade diferente que podemos interagir com os colegas de sala, aprendemos algumas curiosidades sobre Marte.*
- *Não.*
- *Super legal!*
- *Eu gostei, e aprendi um pouco sobre Marte*
- *O jogo é excelente, creio que ele poderia ser aumentado.*
- *O jogo é muito bom e ensina muito sobre Marte de maneira divertida.*
- *Gostei muito, achei um jogo interativo e de conhecimento. O jogo deveria ser mais longo.*
- *sim, o jogo ajudou a conseguir informações e ideia para pesquisa*
- *Muito criativo e é uma maneira nova de se aprender mais sobre o planeta vermelho. Remoção do campo minado, parte a qual o elimina da partida.*
- *O jogo tem uma ótima dinâmica e ainda apresenta diversas curiosidades divertidas sobre o planeta vermelho.*
- *Achei muito legal. Consegui aprender algumas curiosidades sobre Marte*
- *O jogo é uma maneira interessante de aprender, pois sai do "comum". Aprendi novas informações sobre Marte.*
- *Já tivera conhecimento prévio sobre Marte, porém o jogo me permitiu abrir a mente sobre as probabilidades de condições de existência de vida.*
- *Sim, eu gostei.*
- *sim muito legal*
- *O jogo disparada para Marte foi uma maneira muito inteligente e didática de conhecermos mais sobre o Planeta Marte. Consegui aprender muito pouco, pois joguei pouco. Queria ter jogado muito mais. Uma sugestão de melhoria seria deixar um jogo um pouco mais extenso.*

- *Sim, porém, achei que o jogo poderia ser mais envolvente, de forma que houvesse maior continuidade entre a estrutura (regras, "narrativa") e as perguntas apresentadas pelas cartas*
- *O jogo é muito didático, aprendemos de uma forma divertida e que fixa mais na cabeça. É muito bom ter experiências como essa no aprendizado. Uma forma de melhorar o jogo, é pondo mais casas para que as rodadas não acabem tão rápido, e mais casas coringas, como por exemplo "volte até a casa 1 e espere a próxima rodada."*
- *O jogo foi muito bem feito, com ele, aprendi muito sobre o planeta Marte como sua atmosfera, sua temperatura e outras curiosidades. Uma sugestão de melhoria é sobre o dado que poderia não ter dois 3 e poderia ter um lado (substituindo um 3) que fosse como volte uma casa ou não ande.*
- *Achei o jogo muito criativo e didático. O bom seria se ele fosse um pouco maior para podermos ter a oportunidade de aproveitar mais cartas e adquirir mais conhecimento sobre Marte.*

15. Antes do evento, você respondeu outro questionário a respeito do seu entendimento sobre as "coisas" que envolve a vida. Teve alguma mudança no seu entendimento durante o evento? Comente a sua experiência.

- *Sim, porque aprofundamos mais no assunto. Agora posso dizer mais sobre esse assunto.*
- *não, a vida ainda continua um mistério na minha concepção*
- *Não, possuo a mesma opinião*
- *Adquiri mais conhecimento*
- *sim, durante a experiência do evento descobri novas formas de vida (que vivem em ambientes de condições extremas).*
- *Sim, depois do evento pude ter maior conhecimento sobre aquilo que foi proposto, por escutar outras opiniões e aprender novas coisas.*
- *Sim, antes eu não sabia várias coisas básicas a respeito da vida fora da Terra.*
- *Sim, claro. Passei a entender muito mais sobre Marte e vida em outros planetas*
- *Não.*
- *Não, minha posição se mantém a mesma.*
- *Não*
- *Sim, comparando com meus comentários após a pesquisa, eu era muito leigo sobre o assunto.*
- *Não.*
- *Sim, minha definição de vida mudou.*
- *Não, meu entendimento sobre vida se manteve o mesmo.*
- *Agora, a definição de vida foi mais aprofundada e formulada em bases biológicas permitidas a partir de condições geofísicas.*
- *Continuo achando que vida é respirar.*
- *sim a vida é algo muito elaborado que depende de vários fatores para existir*

- *Não, nada que eu já não soubesse*
- *Não, a experiencia foi muito boa!*
- *Sim, agora entendi melhor o conceito de vida e as condições necessárias para vida.*
- *Nada mudou.*
- *Sim, pois descobri coisas novas.*
- *nao teve*
- *Ate então, nunca tinha participado de algum questionário a respeito das "coisas" que envolvem a vida.*
- *não*
- *Não mudou, apenas complementei uma opinião que eu já tinha (é possível a vida em Marte), através de fatos científicos e concretos, dando ainda mais certeza e esperança.*
- *Não, a vida continua com um mistério para mim.*
- *Acho que tive um entendimento maior e mais abrangente do que é a vida. O que mudou em relação a isso foi o fato de entender que a vida vai mais além do que pensamos ou imaginamos.*

16. O que você aprendeu de novo durante as pesquisas para conhecimento do trabalho submetido? Comente a sua experiência.

- *aprendi que nem todas as teorias podem ser aceitas, tem que ter muito estudo e dedicação para que de tudo certo.*
- *aprendi um pouco mais como a nasa trabalha*
- *Curiosidades sobre marte*
- *Aprendi mais sobre as formas existentes de vida em Marte.*
- *aprendi que em outros planetas pode sim existir vida, porém uma forma de vida menos desenvolvida que a nossa (ex.: microrganismos e bactérias).*
- *Aprendi sobre a possibilidade de existir vida em outros planetas ou ate mesmo fora do sistema solar, e sobre a importância do estudo para a contribuição no desenvolvimento de novos conhecimentos sobre o universo.*
- *Que é totalmente necessário ter ozônio na atmosfera para uma vida semelhante a nossa fora da Terra*
- *Que é possível vivem em outro planeta*
- *Aprendi sobre os tipos de fotografia, sobre a possível vida em marte e a avaliar métodos.*
- *Aprendi que o ozônio e a sua presença na atmosfera de um planeta é essencial para detectar se há vida ou não.*
- *Conheci um pouco mais sobre os métodos de observação de astros*
- *Fatos totalmente relevantes para a existência de vida fora da Terra*
- *Com as pesquisas realizadas no meu grupo, aprendi mais sobre os filtros utilizados nas fotografias.*
- *Aprendi termos biológicos e a analisar condições para existência de vida*

- *Eu gostei de conhecer sobre um espécie de bicho que sobreviveu no espaço Tardigrado.*
- *informações sobre marte e sobre a vide e o que a determina.*
- *Nada que eu já não possuísse conhecimento*
- *Aprendi sobre o Ponto Supercrítico do Carbono, Composição da atmosfera de Marte, as expedições e ainda um pouco de "geopolítica" marciana.*
- *Eu aprendi as características de Marte*
- *Aprendi como o solo se torna fértil através de nitratos*
- *Características e análises sobre Marte.*
- *que em marte pode ter vida mas falta "arrumar" algumas coisas que nao são iguais a da terra mas que pode servir para sobreviver*
- *Aprendi a questionar; a impor meus pensamentos e conhecimentos. Até então nunca tinha feito nenhuma tese relacionado a nada.*
- *Que trabalhos científicos devem ser analisados além de sua coesão interna, questionando e explorando suas premissas*
- *Aprendi melhor sobre alguns fatos da água em Marte, e substâncias químicas, que em minha cabeça não tinham a menor importância, entretanto são essenciais para que a vida fora da Terra aconteça.*
- *Eu aprendi sobre a teoria da anabiose das plantas, sobre as leis da ecologia e outras mil curiosidades.*
- *Faltei no dia :(*

APÊNDICE A – Orientações de Uso do Disparada para Marte



Jogo

Disparada para Marte

Orientações de Uso

Peças do Jogo

- 1 Tabuleiro
- 1 Dado
- 3 Pinos
- 19 Cartões

Cartões

Todas as peças a seguir podem ser baixadas pelo site do Jogo. Assim, o professor poderá adaptar as cartas e as regras conforme a atividade pedagógica na sala de aula e/ou imprimir quantos jogos precisar. Para uma melhor visualização dos textos presentes em

cada cartão é necessário que seja impressa no tamanho A6 (105 mm de largura e 148 mm de altura).



Figura 1 - Parte frontal do Cartão.

Encontra-se disponível também para download o verso do Cartão.



Figura 2–Verso do Cartão.

Tabuleiro

O tabuleiro deverá ser impresso no tamanho A3 (420 mm de altura e 297 mm de largura). Sugere-se a plastificação do tabuleiro e também dos cartões, visando assegurar a maior durabilidade do produto.



Figura 3 – Tabuleiro do Jogo

Pinos

Os pinos representam as naves dos participantes. O tabuleiro admite até três naves tripuladas por jogo. Cada nave tem uma cor especial, vermelha, verde e lilás.



Figura 4 – Pino (nave verde).

Os Pinos possuem o formato de prisma com base triangular e deverão ser montados pelos estudantes. É importante lembrar que

cada casa do tabuleiro deverá comporta até três naves simultaneamente por ocasião, então se recomenda que a altura do prisma tenha até no máximo 8 cm, sugere-se também a impressão em papel adesivo, de modo que ficará mais fácil a colagem das partes dobráveis.

Dado

O dado determina a quantidade de casas que cada jogador andará quando acertar alguma pergunta.

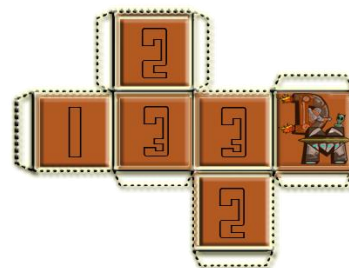


Figura 5 - Dado do Jogo.

Ele possui seis faces numeradas, sendo uma com o número 1, duas com o número 2 e outras duas com o número 3. Na face restante há o símbolo do Disparada para Marte, o qual corresponde ao maior número do dado, ou seja, quatro. Semelhante aos pinos, imprima em papel adesivo ou para melhor estabilidade do dado, o imprima em um papel rígido e coloque um rolo de massinha de modelar dentro do dado antes de colar a última face.

Regras (Sugestões)

Fica a critério do professor adequar as perguntas contidas nas cartas e/ou criar outras perguntas. Aqui é apresentada uma sugestão de regras para o jogo, contudo, o professor poderá adequá-las conforme as necessidades de sua sala de aula.



Primeiramente, recorte os pinos e o dado. Já na sala de aula, trabalhe os temas sobre Astrobiologia e se possível as missões espaciais para Marte com os alunos, utilizando as estratégias didáticas mais adequadas ao grupo. Apresente a atividade e as regras do jogo, definindo previamente qual será a premiação para cada jogador que cumprir sua missão; pode ser, por exemplo, pontos extras na matéria.

Sugere-se que todos os estudantes sejam incentivados a concluir suas missões, independentemente de ficarem ou não em primeiro lugar, pois o maior ganho será o conhecimento adquirido à medida que se acompanha um colega na finalização de sua missão. Dividir a turma em grupos de até quatro alunos; para tanto, serão necessários dez conjuntos do jogo (Dependendo do número de alunos na classe). Outra alternativa é trabalhar com até quatro duplas, sendo necessários, para isso, cinco conjuntos do jogo.

Dispor os grupos em círculo na sala ou pátio, dispondo o tabuleiro no centro dos grupos. Cada participante joga uma vez o dado para definir a ordem em que jogará, ressaltando que o símbolo do Disparada para Marte corresponde à maior pontuação do dado, ou seja, quatro. Se houver empate, os jogadores envolvidos jogam novamente o dado até obter desempate. Antes de começar a responder aos desafios (perguntas), cada jogador deverá escolher um pino.

Bom jogo!

Projeto – Disparada para Marte: Uma aventura cósmica sobre a vida

O projeto “Disparada para Marte: Uma aventura cósmica sobre a vida”, é formado por um grupo de professores interessados em Astronomia que tem como objetivo divulgar a ciência para os jovens estudantes a partir dos princípios básicos de Astrobiologia, o projeto é parte integrante da pesquisa A Astrobiologia como Ferramenta para Alfabetização Científica e Tecnológica, cuja execução se iniciou em 04 de maio de 2015.

Paulo Roberto Ferreira
Amâncio Cesar Santos Friaça
Gilvando Henrique Palmeira Amorim
José Antônio Duarte Santos
Tawana Telles Batista Santos

Contato: disparadaparamarte@gmail.com



APÊNDICE B – 1º Circular do Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE)

O 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) ocorrerá na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, especificamente nas dependências do Colégio, tradicional instituição de ensino e de pesquisa do Brasil. O 1º ENAPE será coordenado pelo Instituto Nacional de Satélites (INS) e terá como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018. Para isso é necessário a discussão rigorosa por questões científicas entre os cientistas brasileiros e estrangeiros das possibilidades inerentes a Exploração, desse modo, fica aberto até o dia 01/06/2016 à submissão de resumo expandido que tenha como objetivo relatar indícios e estratégias de exploração ao nosso vizinho vermelho.

Áreas de Concentração

- I. Água em Marte;
- II. Vida em Marte;
- III. Geologia e Clima Marciano



Normas de submissão para o 1º ENAPE

- I. Os resumos deverão conter no mínimo 300 e no máximo 500 palavras, não podendo exceder 10 MB de tamanho e devem ser enviados em formato .doc (Microsoft Office Word 2007) ou em outros formatos, desde que compatíveis com o Word 2007, permitindo a edição do texto.
- II. Os trabalhos serão avaliados por uma comissão Técnico-Científica composta por uma equipe multidisciplinar que emitirá o parecer "APROVADO" ou "REPROVADO" com justificativa de seu parecer.
- III. Poderão ser submetidos ao ENAPE resumos de trabalhos nas áreas de concentração definidas pela comissão científica.
- IV. Os autores deverão seguir as normas de submissão definidas pela Comissão Técnico- Científica do ENAPE e seguir o modelo fornecido. Os trabalhos recebidos fora das normas e/ou datas expressas neste documento serão **recusados**.
- V. O idioma oficial do evento é o português.
- VI. Todos os trabalhos aceitos serão programados para apresentação na forma de pôster e terão os resumos publicados nos anais do ENAPE.
- VII. Não serão aceitos:
 - i. Resumo da revisão bibliográfica;
 - ii. Trabalho que não se caracterize como pesquisa científica.

Questionário para a comissão Técnico-Científica: [Clique aqui](#)

APÊNDICE C – Resumo 1 (ENAPE)

Teoria da Anabiose Noturna e Hibernar da Flora Ultra-Xerofítica e Possível Fauna Simbiônica do Planeta Marte

O interesse científico do planeta Marte deriva, psicologicamente falando, da possibilidade de existir ali uma biosfera sujeita às conhecidas leis da Biologia, Paleontologia, Genética e Ecologia. As teorias que diversos autores, soviéticos e norte-americanos, vêm expondo ênfase especial às terríveis condições mesológicas reinantes nesse planeta, do que decorrerão forçosamente rigores ecológicos similares aos vigentes em determinadas regiões da Terra, ou conhecidas geologicamente. Apesar de alguma diversidade de pontos de vista entre os autores soviéticos e os norte-americanos, partem todos da premissa fundamental da moderna ecologia, qual seja a existência de íntima correlação entre a biosfera e o respectivo planeta. Desta correlação decorre o fenômeno da adaptação biológica. Esta adaptação, por seu lado, é decorrente da prodigiosa capacidade de expansão da matéria viva. Aceitamos as premissas do raciocínio dos Soviéticos, mas constrange-nos crer que a flora marciana seja representada por espécies pertencentes ao phylum Tracheophyta (plantas superiores terráqueas). A contribuição dos norte-americanos também é credora do maior interesse. Acredita que o metabolismo oxidativo da presumível flora ultra-xerofítica marciana dependerá de nitratos de baixa temperatura eutética, como o magnésio (-29°C). Todavia, escapou a esses autores a possibilidade de estender-se à biosfera marciana o fenômeno da anabiose, que por força das circunstâncias será amplamente desenvolvido num planeta ecologicamente difícil como Marte. A anabiose constitui caso particular da propriedade fundamental dos organismos terrestres que evoluíram para a vida em atmosfera seca (insetos, aracnídeos, verdadeiros terrestres ou amniotas). Estes animais possuem corpo literalmente calafetado. Organismos que vivem em atmosfera úmida ou em águas periódicas ou ocasionalmente transitórias, como os tardígrados, protozoários, rotíferos, musgos, selaginelas e outras pteridófitas, sementes e esporos, servem-se em geral de uma proteção periférica, sendo a secreção de invólucro impermeável à água processo dos mais freqüentes. Durante a anabiose, estão literalmente suspensas ou atuadas as manifestações metabólicas, sem que sobrevenha morte, chamando-se de revivescência o retorno à vida manifesta. Parece-nos coerente com tais fatos e deduções da Biologia estender amplamente o princípio da anabiose à Ecologia Planetária. Julgamos, todavia, prematuro tomar partido na questão da composição botânica da flora marciana, seja no sentido dos soviéticos, seja no norte-americano, e muito menos na da possível fáunula que acompanhará por força de lei ecológica. O presente autor propõe que se acrescente a esse acervo de ideias a teoria da anabiose noturna e hibernar dos organismos marcianos, quaisquer que forem as suas características morfológicas ou taxonômicas.

Palavras-chave: Organismos marcianos, Anabiose, hibernação

Anexo:



Pteridófitas com comportamento “Marciano” em duas fases: Anabiose (desidratação subtotal) e desabrochamento das frondes três horas depois de mergulhada em água.



APÊNDICE D – Resumo 2 (ENAPE)

Nascimento da Astrobotânica

"Pode haver vida em outros planetas?" - Esta questão tem grande interesse para a mais ampla gama de pessoas. Nas últimas décadas, o estudo da questão da vida no universo teve muito progresso, especialmente a partir das pesquisas nas profundezas do oceano e no Ártico que expandiram extremamente nossa compreensão das propriedades marginais do meio no qual é possível a vida. Pesquisas de alguns cientistas soviéticos têm mostrado notável capacidade de adaptação dos organismos vivos para os ambientes mais exclusivos. Guiados pelos princípios do materialismo dialético, ao comparar estes dados com informações atuais sobre as condições físicas e químicas do planeta pode fazer certas conclusões científicas sobre a existência de vida em outros planetas. Marte em média a cada 2 anos e 50 dias é quase em frente ao Sol em relação à Terra. Este estado é chamado da oposição Marte. Mas como o caminho a órbita da Terra e de Marte em torno do Sol tem forma de elipses, a distância entre a Terra e Marte durante seus confrontos varia bastante. Uma vez a cada 15 ou 17 anos de idade no momento do grande conflito, a distância entre a Terra e Marte é reduzido para 56×10^6 Km. Pelo contrário, a oposição menos favorável, chegando a cerca de 8 anos e meio, a distância entre eles é de 99×10^6 Km. Grande confronto é quando Marte cruza a o periélio. Naturalmente, durante as grandes oposições de Marte, os astrônomos podem estudar a sua natureza com o maior sucesso. Em uma dessas grandes oposições, no Observatório de Pulkovo, foi obtido milhares de fotografias por emulsão do planeta, usando filtros verdes, amarelos e vermelhos adaptados ao refrator de 30 polegadas. Tais fotografias tornaram possível afirmar novos fatos, pois o emprego desses filtros veio fornecer objetivos a respeito da cor das diversas formações areográficas. As plantas verdes quase não refletem os raios luminosos compreendidos entre linhas espectrais C e B, o que comprova fotografando-as através de filtros transparentes só a esses raios. Por isso, a imagem obtida no positivo deve ser totalmente negra e o contraste entre esta e a areia amarela deve ser ainda maior do que nas fotografias tomadas conjuntamente com raios alaranjados e amarelos. O filtro nº59 produz precisamente fotografias na região dos raios C-B sendo, por conseguinte, o indicado para o estudo da vegetação marciana. A fotografia nº45 foi obtida dessa maneira. Comparando-se esta fotografia com a fotografia, a vermelho-alaranjada (nº44), verifica-se que a primeira realça os mares marcianos com muito maior minúcia e tonalidade. Considero, porém, prematuro chegar a alguma conclusão maior em vista do caráter insuficiente do material. Contenta-se aqui em apontar este método que se recomenda por sua extrema simplicidade. Para garantir maior veracidade ao método foram examinadas também as regiões escuras de Marte utilizando um espectroscópio ocular adaptado ao telescópio citado. Não se pode afirmar com toda certeza se o que estava vendo era a faixa de absorção da clorofila, embora no espectro das manchas escuras equatoriais tivesse surpreendido uma absorção particularmente forte de raios verdes. Isso emprestaria a tais manchas escuras uma coloração azulada que de quando em quando diversos observadores vêm notando. Em fim, não se pode falar em plantas marcianas semelhantes à nossa flora tropical sempre verde ou às nossas plantas submersas, em virtude das condições climáticas ali em vigor. Em suma os vegetais de Marte só podem ser do tipo subártico ou alpino, sendo provável que nas comunidades botânicas desse globo cresçam juntas plantas decíduas e plantas sempre verdes. Com isso foi possível consolidar os fatos já reunidos e conhecidos numa nova disciplina científica a que foi denominada de Astrobotânica.

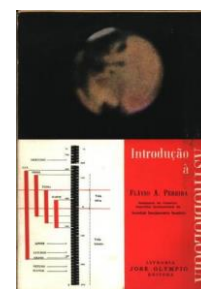
Palavras-chave: Astrobotânica, espectroscopia, vegetação marciana.

APÊNDICE E – Origem do Resumo 1 (ENAPE)

Com a finalização do 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) ocorrido na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, especificamente nas dependências do Colégio. O 1º ENAPE coordenado pelo Instituto Nacional de Satélites (INS) que teve como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018. Vem por meio deste, agradecer o empenho e dedicação da comissão técnico-científica durante as etapas do evento, para garantir melhorias nos próximos eventos, será disponível um pequeno questionário avaliativo do evento para a comissão. Primeiramente será traçado um pequeno panorama sobre o artigo submetido ao ENAPE, a saber:

Teoria da Anabiose Noturna e Hibernar da Flora Ultra-Xerofítica e Possível Fauna Simbiótica do Planeta Marte

O presente trabalho foi apresentado no 8º Congresso Internacional de Astronáutica em Barcelona no ano de 1957 a escrita e produzida do professor Flávio Augusto Pereira, que está disponível na obra, *Introdução à Astrobiologia* de 1959. Sobre os traços biográficos do professor Flávio A. Pereira, graduou-se em Ciências pela Universidade de São Paulo, onde recebeu em 1950 o diploma dos cursos superiores de História Natural ministrados pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Diplomou-se pelos cursos de Especialização de Zoogeografia, Mecânica do Desenvolvimento (Biologia Teórica) e Faunística, ministrados pelo Departamento de Zoologia daquela faculdade.



Flávio Augusto Pereira

Em 1955, instado a organizar e presidir o Conselho Científico da Sociedade Interplanetária Brasileira, a maior sociedade de Astronáutica da América Latina, com sede em São Paulo. Durante a escrita da obra que será apresentada, no decorrer do ano de 1959, figurou-se como presidente da Comissão Brasileira dos Satélites Artificiais da Terra e Comissão Brasileira do planeta Marte.

Na qualidade de presidente do Conselho Científico da sociedade Interplanetária Brasileira foi o inspirador de ativo intercâmbio científico com a União Soviética e os Estados Unidos. Nesse sentido, o professor Flávio A. Pereira foi responsável pela colaboração científica da Sociedade Interplanetária Brasileira com a Comissão de Comunicações Interplanetárias da Academia de Ciências de Moscou, o Observatório Astronômico e Astrobotânico de Alma-Ata, o *International Mars Committee* do Observatório Lowell, dos Estados Unidos, e a *Smithsonian Institution* (Observatório de Astrofísica).

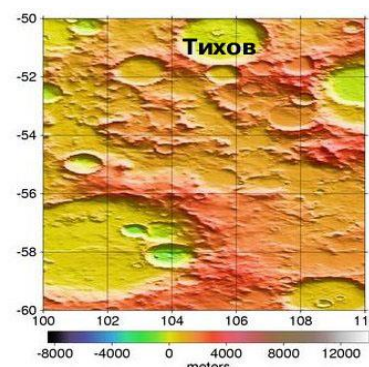
Questionário para a comissão Técnico-Científica: [Clique aqui](#)

APÊNDICE F – Origem do Resumo 2 (ENAPE)

Com a finalização do 1º Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE) ocorrido na cidade de São Paulo durante os dias 01 e 02/07/2016, especificamente nas dependências do Colégio Módulo. O 1º ENAPE coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INS) que teve como objetivo discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (BANDEIRANTE) que tem como previsão de construção o ano de 2018. Vem por meio deste, agradecer o empenho e dedicação da comissão técnico-científica durante as etapas do evento, para garantir melhorias nos próximos eventos, será disponível um pequeno questionário avaliativo do evento para a comissão. Primeiramente será traçado um pequeno panorama sobre o artigo submetido ao ENAPE, a saber:

Nascimento da Astrobotânica

O presente trabalho foi pioneiro no tratamento em direção para que a Astrobiologia se tornasse objeto científico; escrito e produzido pelo do astrônomo Soviético, Gabriel Tikhov, em 1949. Tikhov (1875-1960) foi certamente um dos estudiosos mais compenetrados da importância da Astrobiologia, nasceu de 01 de maio de 1875, na pequena Villiage Smolevichi perto de Minsk (Bielorrússia) na família de funcionário da ferrovia. Após 4 anos de formação na universidade de Moscou, que terminou em 1897, ele continuou sua educação em Paris na universidade de Sorbonne. Em 1917, ele foi recrutado para o exército e serviu como piloto observador. Nessa ocasião, ele escreveu um livro sobre uma experiência de melhoria do reconhecimento aéreo (1917).



Após o fim da Segunda Guerra Mundial, ele ficou em Alma-Ata, onde foi diretor do Observatório, atualmente Instituto de Astrofísica Fessenkov, no Cazaquistão. Tikhov acreditava na existência de seres vivos, vegetais e animais, em outros planetas, Vênus e Marte, cujas condições físicas estarão evolucionariamente adaptadas. A ideia principal, proposto como base das pesquisas de astrobotânica, considerava uma oportunidade das plantas para acomodar opticamente às condições climáticas severas, alterando a sua refletividade espectral. O nome de Tikhov foi memorizado em uma Rua em Alma-ata e também em uma cratera em Marte.

Questionário para a comissão Técnico-Científica: [Clique aqui](#)

APÊNDICE G – Resumo produzido pelos alunos participantes do ENAPE para submissão Icloc Jovem 2016.

Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais

O presente trabalho visa relatar a experiência vivenciada por nós alunos do terceiro ano do ensino médio do Colégio Módulo durante o evento, Encontro Nacional de Pesquisas Espaciais (ENAPE), que ocorreu durante os dias 31/05 a 28/06 de 2016. O ENAPE é um evento fictício criado por alguns professores, que teve como objetivo principal a aproximação dos alunos com as “coisas” que envolve a ciência. O objetivo do eventofictício era de discutir estratégias e possibilidades científicas para a exploração da 1ª sonda marciana brasileira (Bandeirante). Para questões como essa é necessário a discussão rigorosa por questões científicas das possibilidades inerentes à exploração, desse modo, ficaram abertas submissões de resumos que tinham como objetivo relatar indícios e estratégias de exploração em Marte. O evento seguiu os passos e características de um evento real, circulares, chamadas para submissão de resumos e parecer técnico. Os alunos tinham a responsabilidade de compor a comissão técnica-científica do evento, ou seja, nós, os alunos que decidiam se os resumos submetidos poderiam ser aprovados ou não no ENAPE de acordo com as áreas de concentração que versava sobre a vida em Marte. Foram submetidos dois resumos às cegas, um para cada turma. Resumo estes, reais e produzidos na década de 1950. Sob orientação dos professores que dividiram a atividade em etapas para maior comodidade das turmas; estabelecemos que os dois resumos seriam aceitos no ENAPE. Em suma, a atividade de julgar um trabalho científico estabelecendo metodologia coerente forneceu uma nova visão no que tange a cultura científica por todos nós, reconhecendo que a ciência não é algo imutável e isolado das nossas vidas pelo simples fato de ser uma atividade humana.