

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA  
NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA.**

MAGNO INÁCIO DOS SANTOS

Belo Horizonte

Junho de 2019

MAGNO INÁCIO DOS SANTOS

**TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA  
NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM  
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino  
de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do  
Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade  
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em Ensino de  
Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Comunicação, Ensino e  
Aprendizagem em Biologia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho

Belo Horizonte

Junho de 2019

043

Santos, Magno Inácio dos.

Temas atuais no ensino de biologia: abordando a astrobiologia no contexto da origem da vida [manuscrito] / Magno Inácio dos Santos. – 2019.

69 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Origem da vida. 3. Exobiologia. 4. Pesquisa. 5. Ciência, Tecnologia e Sociedade. I. Coutinho, Francisco Ângelo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



**PROFBIO**  
Mestrado Profissional  
em Ensino de Biologia



A N O S  
**UFMG**  
1927 - 2017

ATA DA DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
MESTRADO DE **MAGNO INÁCIO DOS SANTOS**

**Defesa**  
**No. 02**  
**Entrada**  
**2º/2017**

No dia **27 de junho de 2019**, às **14 horas**, reuniram-se, na **Sala 505, FAE/UFMG**, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**Temas atuais no ensino de Biologia: Abordando a astrobiologia no contexto da origem da vida**" como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato **MAGNO INÁCIO DOS SANTOS**, para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Professor examinador	Instituição	Indicação (Aprovado/Reprovado)
Dr/a. <i>Juliana Carvalho Tavares</i>	UFMG	<i>Aprovado</i>
Dr/a. <i>Deborah de Azevedo</i>	UFMG	<i>Aprovado</i>
Dr/a. <i>Francisco Ângelo Coutinho</i>	UFMG	<i>Aprovado</i>

Dr. *Francisco Augusto Rodrigues e Silva*

*UFMG*

Pelas indicações, o candidato foi considerado:

*APROVADO*

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Comunicou-se ainda ao candidato que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda à homologação.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.



**PROFBIO**  
Mestrado Profissional  
em Ensino de Biologia



ANOS  
**UFMG**  
1927 - 2017

**Belo Horizonte, 27 de junho de 2019.**

Nome *Juliana Carvalho Tavares*

Assinatura *Juliana Carvalho Tavares*

Nome *Debora d'Ávila Reis*

Assinatura *Debora d'Ávila Reis*

Nome *Françisco Angelo Coimbra*

Assinatura *Françisco Angelo Coimbra*

Nome *Fabio Augusto Rodrigues Silva*

Assinatura *Fabio Augusto Rodrigues Silva*

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.

*Tânia Mara Segatelli*  
**Tânia Mara Segatelli**  
Coordenadora PROFBIO  
ICB-UFMG



## Relato do Mestrando

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Mestrando: MAGNO INÁCIO DOS SANTOS

Título do TCM: TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A  
ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA.

Data da defesa: 27 de junho de 2019

Em 2017, participei do processo de seleção nacional do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, na Universidade Federal de Minas Gerais, e fui aprovado. A orientação, como não poderia deixar de ser, foi solicitada e aceita pelo professor Francisco Coutinho, de quem recebi como proposta e desafio trabalhar com um tema controverso: a Origem da vida.

Dessa forma, resolvi, orientado pelo professor, explorar novos conhecimentos e daí surgiu a proposta de desenvolver não uma, mas duas sequências didáticas, com abordagem CTS, voltadas para o ensino da Origem da vida no contexto da Astrobiologia. Vista como uma área de pesquisa multidisciplinar, interdisciplinar e até transdisciplinar, que procura maneiras novas para entender o fenômeno da vida no universo, sua origem, evolução, distribuição e futuro, a astrobiologia funciona como uma perspectiva para melhorar a comunicação e o intercâmbio de ideias entre pesquisadores de diferentes áreas com um interesse comum: a origem e evolução da vida no universo (GALANTE et al., 2016).

Nesse contexto, enquanto pesquisava sobre as metodologias de pesquisa, sendo que praticamente inexistia literatura a respeito da astrobiologia na educação e muito menos metodologias que proponham a investigação no ensino da Origem da vida, me deparei com a chave dicotômica, instrumento muito utilizado na botânica e na zoologia em momentos passados. Então, me propus a adequar as suas características para o seu uso em um assunto pouco usual: a investigação sobre a origem da vida, sendo o instrumento utilizado em uma das sequências didáticas (SD).

É importante ressaltar que no desenvolvimento dessa SD, foi fundamental a participação dos professores consultados, em especial a professora Dra. Mônica Buschiarelli (PROFBIO), que contribuiu sobremaneira com sugestões a respeito do formato que seria mais apropriado à proposta da atividade. O desenvolvimento desse primeiro instrumento me incentivou na produção do segundo, que foi adaptado e desenvolvido a partir de um exercício encontrado no livro didático adotado na escola em que leciono. A criação e produção desses instrumentos me desafiou ao extremo e permitiu que eu pudesse vislumbrar uma nova forma de abordagem, capaz de levar meus estudantes a trabalharem, de forma interessada, nas aulas de biologia.

Dessa forma, o impacto do PROFBIO na minha prática docente foi a mudança da abordagem junto aos estudantes, e o reflexo foi percebido através do seu interesse e participação nas aulas.

## **AGRADECIMENTO A CAPES**

O presente trabalho de conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha esposa Luciana, aos meus filhos Eduardo e Pedro,  
por compreenderem minha ausência em alguns momentos desta jornada,  
eu dedico este trabalho.



## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa Luciana e nossos filhos Eduardo e Pedro pelo amor incondicional.

Ao Prof. Dr. Francisco Coutinho, pela paciência e pelos seus ensinamentos sem os quais este trabalho não teria sido concluído com tanto esmero.

Aos meus colegas de pós-graduação que se fizeram amigos em cada momento do curso.

Às colegas do Ant-Lab que me ajudaram a percorrer mais esta trajetória acadêmica.

A Profa. Dra. Juliana Carvalho Tavares, Subcoordenadora do PROFBIO pelo apoio e carinho.

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

## RESUMO

Este trabalho aborda a utilização de duas sequências didáticas com o tema “Origem da vida” em uma turma de estudantes do primeiro ano do ensino médio ao longo de um semestre. O trabalho foi desenvolvido numa perspectiva CTS, envolvendo os estudantes no processo de pesquisa, em atividades que abordam questões sociocientíficas. As atividades visavam levar o estudante a questionar e discutir as hipóteses para o surgimento da vida à luz de uma nova temática, a Astrobiologia. Esta consiste no estudo da origem, evolução e distribuição da vida no universo. É uma área multidisciplinar e, portanto, utiliza os conhecimentos da biologia – se destacando a biologia molecular – e da geologia, da química, da física e da astronomia para investigar a possibilidade da existência de vida, em todas as suas formas, no passado e no presente, em outros planetas e outros sistemas solares. A estrutura aqui utilizada como sequência didática constitui-se de uma sucessão planejada de atividades progressivas e articuladas entre si, guiadas por um tema, um objetivo geral e uma produção ordenada. As duas sequências didáticas produzidas contemplaram diferentes estratégias e recursos didáticos como uso da literatura contemporânea, a exibição de vídeos, o trabalho em grupo e o debate/discussão, cuja intenção foi aprimorar o entendimento do que as ciências biológicas e seus saberes representam para sociedade humana, e se basearam na vida tal como a conhecemos e na sua possibilidade de ocorrência fora da Terra. A coleta de dados foi realizada por meio de observação participante e a metodologia empregada para análise dos resultados foi de cunho qualitativo, utilizando-se o recurso da figuração cognitiva, baseados na teoria Ator-Rede. Os resultados mostram, por meio dos relatos das atividades, as translações e associações que performaram a rede de conhecimentos identificada ao longo das duas sequências didáticas. Esses resultados sugerem que a aprendizagem não pode ser entendida como um processo linear, pois vai além da perspectiva no qual estudantes com diferentes visões de mundo tenham igual tempo para a apreensão dos conteúdos, sobretudo quando se trata de um tema com fortes enraizamentos culturais, como a vida em outros planetas.

Palavras-chave: Origem da vida. Astrobiologia. Sequência didática investigativa. Chave dicotômica. Abordagem CTS. Figuração cognitiva.

## **ABSTRACT**

This paper discusses the use of two didactic sequences with the theme "Origin of life" in a class of first year high school students over a semester. The work was developed in a CTS perspective, involving students in the research process, in activities that address socio-scientific issues. The activities aimed to lead the student to question and discuss the hypotheses for the emergence of life in the light of a new theme, Astrobiology. This consists in the study of the origin, evolution and distribution of life in the universe. It is a multidisciplinary field and therefore uses the knowledge of biology - especially molecular biology - and geology, chemistry, physics and astronomy to investigate the possibility of life in all its forms in the past and at present, on other planets and other solar systems. The structure used here as a didactic sequence consists of a planned succession of progressive and articulated activities, guided by a theme, a general objective and an orderly production. The two didactic sequences produced contemplated different strategies and didactic resources such as the use of contemporary literature, the video exhibition, the group work and the discussion, whose intention was to improve the understanding of what the biological sciences and their knowledge represent for human society, and were based on life as we know it and its possibility of occurrence off Earth. Data collection was performed through participant observation and the methodology used to analyze the results was qualitative, using the cognitive figuration, based on the Actor-Network theory. The results show, through the activity reports, the translations and associations that formed the knowledge network identified along the two didactic sequences. These results suggest that learning cannot be understood as a linear process, as it goes beyond the perspective in which students with different worldviews have the same time to grasp content, especially when it comes to a theme with strong cultural roots, such as life on other planets.

**Keywords:** Origin of life. Astrobiology. Investigative didactic sequence. Dichotomous wrench. CTS approach. Cognitive figuration.

## Sumário

1. Apresentação.....	13
2. Introdução.....	15
2.1 Fundamentação teórica.....	17
2.1.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade .....	18
2.1.2 Pesquisa qualitativa e observação participante .....	19
2.1.3 Figuração cognitiva .....	20
3. Objetivos.....	22
4. Metodologia.....	<a href="#">22</a>
4.1 Os participantes.....	22
4.2 Elaboração dos instrumentos didáticos .....	24
4.2.1 Chave dicotômica da <i>Origem da vida</i> .....	24
4.2.2 Atividade de investigação em Astrobiologia.....	26
4.3 Desenvolvimento das sequências didáticas .....	26
4.3.1 Sequência didática <i>Origem da vida</i> (SD01) .....	27
4.3.2 Sequência didática Astrobiologia (SD02).....	28
4.4 Coleta de dados .....	29
4.5 Análise de dados .....	32
5. Discussão dos resultados .....	33
5.1 Análise das aulas da SD01: utilização e discussão do instrumento chave dicotômica .....	33
5.2 Análise das aulas da SD01: utilização e discussão da atividade astrobiologia.....	43
6. Considerações finais.....	53
7. Referências bibliográficas .....	56
Anexo I - Chave dicotômica da Origem da vida na Terra	
Anexo II - Relatório da Chave dicotômica da Origem da vida na Terra	
Anexo III - Atividade investigativa em Astrobiologia	
Anexo IV - Lâmina de imagens	
Anexo V - TCLE (Pais/responsáveis)	
Anexo VI - TALE (Estudantes)	
Anexo VII - Termo de Autorização para realização da pesquisa (Escola)	

## 1. Apresentação

---

Iniciei minha jornada acadêmica no ano de 1998 no curso de Ciências Biológicas, na modalidade de Licenciatura, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Desde o início me envolvi muito com a universidade, tendo sido aluno de iniciação científica no laboratório de Imunobiologia, sob orientação do professor Dr. Nelson Vaz. No ano de 2001, ainda na iniciação científica, fui bolsista da Pró-reitoria de Extensão (PROEX), no laboratório de Ecologia de Bentos, onde, sob orientação do professor Dr. Marcos Callisto, desenvolvi um roteiro de aulas práticas de ecologia aquática direcionado a professores do Ensino Médio. Já neste tempo, mesmo ainda não tendo me formado, me preocupava o formato tradicional de abordagem nas aulas de biologia, que se preocupavam apenas com a transmissão de conteúdo entre o professor e o aluno.

Após concluir a licenciatura em 2002, prossegui os estudos no bacharelado de ecologia, mas após ser aprovado em dois concursos para lecionar nas redes municipal e estadual de ensino, me desliguei da universidade.

No triênio 2007-2009, ocupei o cargo de vice-diretor, o que me permitiu desenvolver o senso de liderança e mesmo desempenhar funções administrativas que antes havia desempenhado nos setores da indústria e do comércio. Dessa forma vivenciei a educação de modo diferente do que havia experimentado na sala de aula. Apesar disso, comecei a questionar minha escolha profissional e me sentia a cada dia mais desmotivado com a docência.

A virada aconteceu no ano de 2010, quando fui aprovado no Curso de Especialização em Ensino de Ciências – ENCI, voltando para minha casa, a UFMG. Essa experiência foi essencial para minha carreira profissional, pois, ao voltar para a universidade, passei a ter contato novamente com o conhecimento acadêmico e, mais ainda, novas metodologias de ensino. Esse retorno fez repensar a minha postura como professor, porque notei que eu não estava fazendo nada diferente do que os outros colegas de trabalho estavam fazendo e que, outrora, tanto me incomodava.

Tendo me destacado no ENCI, em 2012, fui convidado a trabalhar com o professor Dr. Francisco Coutinho no Ant-Lab, como professor no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID. Nos anos seguintes, ainda na FaE/UFMG, continuei trabalhando com o professor Francisco, no projeto de desenvolvimento de sequências didáticas com temas controversos. Essa experiência me mostrou o significado em se trabalhar com o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a abordagem investigativa nas aulas do Ensino Básico. Além da oportunidade de desenvolver projetos na área educacional e aplicá-los em sala

de aula, eu também pude trabalhar em algo que é essencial no trabalho científico: a publicação dos trabalhos realizados.

Em 2017, participei do processo de seleção nacional do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, na Universidade Federal de Minas Gerais, e fui aprovado. A orientação, como não poderia deixar de ser, foi solicitada e aceita pelo professor Francisco Coutinho, de quem recebi como proposta e desafio trabalhar com um tema controverso: a *Origem da vida*.

## 2. Introdução

---

Nas décadas passadas foi cunhado um termo que expressava as políticas adotadas pelos países desenvolvidos: “sociedade da informação”. Inicialmente o sociólogo norte-americano Daniel Bell abordou a noção da “sociedade de informação” em seu livro *O advento da sociedade pós-industrial* (1977), que pode ser caracterizada pelo ingresso democratizado, universal, global e total à informação e ao conhecimento pelos meios de comunicação e equipamentos eletrônicos.

Hoje é empregada, particularmente nos meios acadêmicos, a noção de “sociedade do conhecimento” (*knowledge society*), surgida no final da década de 90. Essa noção surgiu com o desenvolvimento das redes sociais, das interações e parcerias entre os indivíduos associados discutindo, refletindo e compartilhando, uns com os outros, assuntos de todas as áreas do conhecimento (BRASIL, 2000).

De acordo com Baert & Rubio (2012), a discussão sobre a relevância dessas sociedades decorre do fato de que tanto a ciência quanto a tecnologia são ferramentas fundamentais na estrutura das sociedades contemporâneas, pois nossas vidas dependem quase que exclusivamente da produção de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Dessa forma, o avanço da ciência e tecnologia trouxeram consigo vários desafios, devido ao impacto que causam no planeta: avanços na medicina e alimentação promovendo aumento da população; mudanças climáticas advindas da alteração da composição da atmosfera; e extinção de espécies animais e vegetais pela exploração descontrolada, dentre outros. A vista disso, para que os sujeitos participem das discussões quanto aos problemas advindos do avanço científico-tecnológico, é desejável que estejam preparados para debater as questões sociocientíficas, envolvendo-se com competência nesses assuntos. Nesse sentido, a educação científica para a cidadania tem sido considerada uma importante meta educacional a ser atingida. (PÉREZ & CARVALHO, 2012; SANTOS & MORTIMER, 2009; ZEIDLER & NICHOLS, 2009).

Tais questões podem envolver outros tantos assuntos polêmicos como o consumo de alimentos transgênicos, os limites da clonagem humana, a manipulação de células tronco, e o surgimento da vida. Elas não apresentam, até este dado momento, uma solução unânime, são, portanto, discussões em aberto, e uma vez não existindo um consenso entre os estudiosos, abre margem para diferentes interpretações e debates.

No que tange à educação, a ideia de discutir as questões sociocientíficas surgiu à propósito das pesquisas para reformulação do ensino de ciências naturais, sendo influenciada



pelo movimento CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade (SADLER, 2011, a e b). Essa abordagem inclui o emprego de questões socialmente relevantes nas salas de aula, para ensinar ciência e melhor preparar os estudantes, incentivando-os a participar de dessas discussões e das tomadas de decisões.

Segundo os pesquisadores Zeidler & Nichols (2009), o ensino por meio da introdução de questões sociocientíficas é visto com bons olhos pela comunidade educativa internacional e, ainda de acordo com Sadler (2011), os estudos sobre a introdução das questões sociocientíficas em ambientes educacionais cresceu muito na última década, observado nas propostas de ensino-aprendizagem em ambiente escolar.

Dentre as possibilidades de temas a serem abordados no ambiente escolar, a *Origem da vida*, respaldada em conhecimentos procedentes da física, da química e biologia, e mais recentemente da astronomia e astrobiologia, sustentam cenários aceitáveis para sua discussão. Neste processo, é de grande relevância que o estudante defina, inicialmente, o conceito de vida. Do ponto de vista dos aspectos epistemológicos, entre os perfis conceituais de vida, Coutinho *et al.* (2014a) a destacam como uma “relação entre entidades e/ou sistemas”. E ainda, que “a compreensão de que não se localiza nos organismos em si, mas resulta das relações que os organismos estabelecem entre si e seu meio”.

Assim, as hipóteses para a *Origem da vida*, ainda que suportadas por informações razoáveis, oferecem espaço a controvérsias, que manifestam aspectos do conhecimento científico. Venturini (2010), aponta que as controvérsias são o fenômeno mais complexo a ser observado na vida coletiva. Estas são identificadas como questões que ainda não produziram consenso, sobre as quais os atores discordam ou concordam na discordância. Se as questões se estabilizam, as controvérsias deixam de existir, até que um novo conflito surja, reabrindo as caixas-pretas e colocando os atores-rede novamente em evidência.

Ainda que seja um tema promissor, a *Origem da vida*, por todas as questões envolvidas, apresenta dificuldades em sua discussão. Especialmente essas dificuldades são evidenciadas nas escolas, em função da coexistência de diferentes pensamentos que tentam explicar esse fenômeno: o científico e o religioso (PORTO & FALCÃO, 2010). Quando há uma discrepância entre a crença religiosa e o que é ensinado em sala, pode haver aí uma objeção à legitimidade do que é ensinado.

No estudo da *Origem da vida*, a astrobiologia vem a ser um ótimo caminho para despertar o interesse do estudante, porque, de acordo com Santos *et al.* (2016), é uma área do conhecimento que assume contorno transdisciplinar, por abarcar pesquisadores de várias áreas, reunindo suas competências e também as expandindo. Ainda, a astrobiologia, como uma nova

disciplina, se vale da ajuda de diversas outras áreas da ciência para compreender e explicar um fenômeno controverso e muito complexo como a origem da vida, a sua evolução e a sua distribuição no universo (SULIVAN III & BAROSS, 2007).

A National Aeronautics and Space Administration (NASA), agência espacial dos Estados Unidos da América, ao longo de alguns anos promoveu uma variedade de encontros para definir a nova disciplina e, em 1998, produziu um chamado "Roteiro da Astrobiologia" composto por quatro princípios básicos. O interessante é que dois desses princípios estão relacionados à educação: (a) a astrobiologia é multidisciplinar, e alcançar seus objetivos exigirá a cooperação de diferentes áreas do conhecimento; e (b) em vista da inerente excitação e interesse público no assunto, a astrobiologia inclui um forte elemento de educação e divulgação pública (SULIVAN III & BAROSS, 2007).

No presente momento a humanidade caminha em direção a novas descobertas: a cada dia são encontrados novos planetas e luas com potencial para abrigar vida, também se aprende cada vez mais sobre os seres extremófilos terrestres, para entender a vida em condições extremas fora da Terra. De certa forma, muitas pessoas compartilharão o entusiasmo desses achados, cabendo à escola levar a conhecimento científico à sociedade.

Portanto, este trabalho teve como objetivo mapear as redes de conhecimento performadas com a introdução duas sequências didáticas investigativas sobre a *Origem da vida* à luz das pesquisas em Astrobiologia, em aulas de Biologia do Ensino Médio.

Nesse sentido, o trabalho propôs o desenvolvimento de duas atividades, de cunho investigativo, amparadas na abordagem CTS, cuja intenção era aprimorar o entendimento do que as ciências e seus saberes representam para os estudantes. Admitindo que é possível utilizar muitas estratégias investigativas no ensino de biologia, para que o objetivo fosse alcançado, as atividades desenvolvidas caracterizaram-se por se basear na vida como é conhecida na Terra,

## **2.1 Fundamentação teórica**

---

Este trabalho foi desenvolvido com a visão de cunho qualitativo, orientado pelo referencial teórico-metodológico da CTS<sup>1</sup> e utilizando como instrumento de coleta de dados a observação participante e a figuração cognitiva como metodologia de análise dos resultados.

---

<sup>1</sup> A abordagem voltada para Ciência, Tecnologia e a Sociedade, hoje também abrangendo o Ambiente, surgiu para questionar os valores, os interesses e a ideologia envolvidos nessa relação. O ensino busca, então, a formação de cidadãos capazes de participar das discussões acerca do desenvolvimento científico-tecnológico e influenciar nas decisões de interesse da sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

### 2.1.1 Ciência, Tecnologia, Sociedade

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) representa uma mudança na concepção do ensino de ciências, a qual passa a ser vista como voltada para a formação de cidadãos capazes de tomarem decisões cientificamente orientadas. Ou seja, se trata de um princípio que visa à alfabetização científica e tecnológica<sup>2</sup> que ofereça subsídios e estratégias que provêm a formação de cidadãos melhor informados e atuantes nas transformações da sociedade (ROEHRIG, ASSIS & CZELUSNIAKI, 2011).

A abordagem CTS ganhou destaque a partir da década de 1960, principalmente na Europa, pela tomada de consciência dos intelectuais com relação às questões éticas e a qualidade de vida da sociedade industrializada, agravada pelos problemas ambientais pós-guerra. Aliado a esses fatores, também se viu a necessidade da participação popular nas decisões públicas (SANTOS & MORTIMER, 2002). No Brasil, o movimento tornou-se expressivo a partir do final dos anos 1970, paralelamente ao surgimento dos movimentos ligados ao ambiente (CONRADO & EL-HANI, 2010). O advento da abordagem CTS ocorreu, portanto, devido ao avanço científico e tecnológico oriundo do processo de industrialização e a disponibilidade de novos produtos que simplificam a vida do homem, além da contribuição dos estudos sociológicos que trazem questionamentos ao *status quo* da ciência.

Dessa maneira, os impulsos ao surgimento do movimento CTS foram:

“A impressão negativa das consequências da industrialização (principalmente devido aos impactos ambientais e sociais); e os questionamentos sobre o papel social e as consequências da atividade científica e dos produtos tecnológicos”. (CONRADO & EL-HANI, 2010 P.05).

Isto posto, esse movimento foi adotado e vem sendo incorporado nos sistemas educacionais em vários países como uma alternativa curricular ao modo tradicional de ensino de ciências conforme é mais bem entendido (LIMA, MARTINS & MUNFORD, 2008).

No Brasil, a partir da década de 1980, importantes pesquisadores como Krasilchik (1988), Trivelato (1992), Mortimer e Machado (2003), Pinheiro; Santos e Mortimer (2002), Silveira & Bazzo (2007), Lima; Martins & Munford (2008), Conrado & El-Hani (2010), entre outros, publicaram um bom volume de artigos com essa abordagem (ABREU, FERNANDES & MARTINS, 2013). O modo como a sociedade se apropria da tecnologia e do conhecimento

---

<sup>2</sup> Alfabetização Científico-Tecnológica parte da premissa de que a sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente e que, numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental (AULER & DELÍZICOV, 2001).

científico ganha, nos dias atuais, uma dimensão nunca antes imaginada. Se por um lado as possibilidades do seu uso permitem ao homem um novo estilo de vida e pensamento, de certa forma também causa perplexidade e desconforto diante da constatação de que há uma necessidade permanente de buscar novos conhecimentos.

Diante de tal cenário, a importância do movimento CTS aponta que a apreensão pela instrução geral dos sujeitos para o exercício da cidadania - uma espécie de estado de espírito em que o cidadão é alguém dentro da sociedade - tem sugerido a apresentação de novos currículos e também a proposta de materiais didáticos mais modernos, além da preparação dos docentes para uma nova consciência quanto à sua prática pedagógica (LIMA, MARTINS & MUNFORD, 2008). Logo, levando-se em consideração o significado de cidadania, fica clara a necessidade de os professores de ciências promoverem a formação cidadã em suas aulas, propiciando que o estudante se envolva nos debates que abrangem o desenvolvimento tecnológico e os questionamentos científicos, manifestando sua opinião, ou seja, mantendo sua autonomia, sabendo escolher, podendo escolher e efetivando as suas escolhas.

À vista disso, Santos & Mortimer (2002), dentre outros, evidenciam que o ensino de ciências numa perspectiva de Ciência-Tecnologia-Sociedade oportuniza a junção entre o conhecimento científico e o cotidiano do sujeito, impelindo-o à reflexão e argumentação das implicações científico-tecnológicas relacionadas aos aspectos sociais.

### **2.1.2 Pesquisa qualitativa e observação participante**

Para os sociólogos Denzin & Lincoln (1994), "os pesquisadores qualitativistas estudam as coisas em seu *setting natural*, tentando dar sentido ou interpretar fenômenos nos termos das significações que as pessoas trazem para estes". Apenas a descrição acima pode ser insuficiente para um entendimento preciso a um leitor alheio a este tipo de pesquisa. Vale destacar, portanto, que, se não é diretamente o estudo do fenômeno em si que interessa a esses pesquisadores, seu alvo é, na verdade, a significação que tal fenômeno ganha para os que o vivenciam. O interesse do pesquisador volta-se para a busca do significado das coisas, porque este tem um papel organizador nos seres humanos.

Em relação à observação participante, consiste de uma técnica de investigação social em que o observador partilha, na medida em que as circunstâncias o permitam, as atividades, as ocasiões, os interesses e os afetos de um grupo de pessoas ou de uma comunidade (ANGUERA, 1985). Spradley (1980) alerta para a imprescindibilidade do pesquisador começar se familiarizando com o papel de observador e que, segundo ele próprio, compreende cinco níveis de participação: da ausência de participação até o seu envolvimento completo.

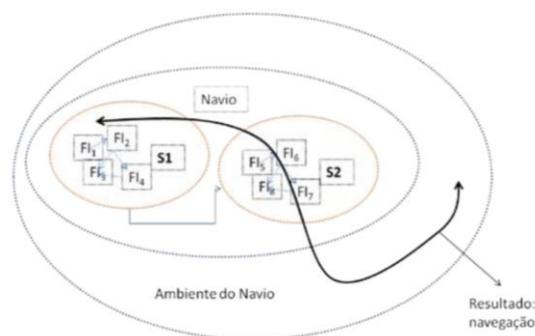
Em se tratando de uma dissertação do Mestrado Profissional de Biologia (ProfBio), esta possui características da pesquisa-ação e do trabalho colaborativo. A metodologia colaborativa de trabalho abrange a relação entre indivíduos oriundos do meio acadêmico e escolas, possibilitando a formação de um grupo analítico e reflexivo interessado na discussão de um problema emergente do ambiente educacional (PIMENTA, 2005).

As sequências didáticas contemplam diferentes estratégias e recursos didáticos, como o trabalho em grupos, o debate ou discussão, a exibição de vídeos e uso da literatura contemporânea. Com isso, a intenção foi envolver os estudantes na sua aprendizagem, permitindo a eles assimilarem os conhecimentos científicos e possibilitando a aquisição das competências e habilidades propostas no seu currículo. As sequências foram estruturadas de modo a suscitar a participação e o envolvimento dos educandos, o diálogo em sala de aula, a construção de argumentos e a defesa de pontos de vista distintos com relação à questão sociocientífica apresentada.

### 2.1.3 Figuração cognitiva

A ferramenta analítica denominada de *figuração cognitiva*, fundamentada no quadro teórico-metodológico da Teoria Ator-Rede<sup>3</sup> - TAR, foi proposta e desenvolvida por Coutinho e colaboradores (2014b). De acordo com os autores, esta unidade de análise permite mostrar as relações entre os actantes humanos e outros que humanos, nos processos de ensino e aprendizagem (FIGURA 1).

**Figura 1 – Unidade de análise *figuração cognitiva*.**



Fonte: Coutinho e colaboradores (2014b).

Exemplificando, os autores retratam o resultado cognitivo acerca da navegação de um navio e denominam a imagem de *figuração*, por se tratar de uma figura capaz de transformar

<sup>3</sup> Teoria Ator-Rede também conhecida por Sociologia das Associações e Sociologia do Social, possui sua gênese nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, na qual se investiga a dinâmica de produção de conhecimento, considerando os actantes (atores) humanos e os não-humanos (LATOUR, 2012).

uma ação abstrata em um processo visível, e, por se tratar de uma ilustração, que torna visível um processo *cognitivo*, a nomeiam *figuração cognitiva*, propondo que esta seja uma unidade de análise quando for interessante descrever os eventos que ocorrem no espaço escolar. Dessa forma, a sua análise descreve os actantes humanos e outros mais que humanos envolvidos, tais como: marinheiros, oficiais, radares, lemes, ações, translações, desvios (um sequestro ou uma tempestade) e o que emergiu da rede. Com isso, não são descritas apenas as interações entre os actantes humanos e também não se considera a aprendizagem como um processo individual apenas.

Sob essa perspectiva, Coutinho e colaboradores (2014b) evidenciam algumas vantagens na utilização da *figuração cognitiva* como ferramenta de análise: a caracterização das associações entre os actantes, não implicando a natureza da realidade e da existência; a aprendizagem, enquanto evento, que emerge a partir da íntima relação entre o que é “social” e “material”; as paredes não delimitando o recinto onde se aprende, ou seja a sala de aula, ultrapassando esse limite e alcançando outros territórios.

A *figuração cognitiva* também possibilita atingir conhecimentos relativos à tangibilidade dos meios de ensino, ultrapassando a fronteira entre o mental e o material: promove meios para os analistas observarem as possíveis interações entre os actantes humanos e outros que humanos. Ainda, a *figuração cognitiva* viabiliza a reflexão sobre a contribuição do actante<sup>4</sup> nos processos de ensino. Ela possibilita observar os processos de aprendizagem, utilizando diagramas para a representação dos diferentes actantes presentes na rede e os seus movimentos de translação (COUTINHO *et al.*, 2014b). Nesse sentido, a *figuração cognitiva* é uma estratégia de identificação dos actantes, que permite a identificação dos movimentos de translação, que possibilita a sua descrição e, mais importante, oportuniza compreender as associações que se manifestam da rede.

---

<sup>4</sup> Segundo Coutinho e colaboradores (2014b) “um actante é qualquer entidade que, em um dado tempo, pode adquirir a habilidade de fazer as coisas acontecerem”.

### 3. Objetivos

---

A partir dessas considerações formulou-se o seguinte objetivo geral da investigação: mapear as redes de conhecimento performadas com a introdução duas sequências didáticas investigativas sobre a *Origem da vida* à luz das pesquisas em Astrobiologia, em aulas de Biologia do Ensino Médio.

Os objetivos específicos são:

- Inserir a Astrobiologia como tema na abordagem do conteúdo *Origem da vida*.
- Compreender de que forma o conhecimento científico se relaciona com os saberes populares.
- Contribuir para a aplicação da abordagem CTS na educação em ciências.

### 4. Metodologia

---

Aqui serão apresentados os tópicos que delimitaram este trabalho no desenvolvimento e análise da execução das sequências didáticas investigativas. Este capítulo se divide em cinco seções: Os participantes; Elaboração dos instrumentos didáticos; Desenvolvimento das sequências didáticas; Coleta de dados e Análise dos dados.

#### 4.1 Os participantes

A pesquisa foi realizada em uma escola<sup>5</sup> da Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, na cidade de Belo Horizonte. A referida escola funciona no período da manhã, tarde e noite, nas modalidades de Ensino Médio Regular e Ensino de Jovens e Adultos (EJA). A escola, apresenta 1060 alunos matriculados, em 25 turmas no ano de 2019 (dados informados pela escola). A escola tem no seu quadro 88 servidores, sendo 51 docentes e os demais constituídos por 1 diretor, 2 vice-diretoras, 4 secretárias, 2 bibliotecárias, 3 supervisoras e 25 auxiliares de serviços gerais, como serventes, cantineiras e porteiros.

De acordo com o Indicador Socioeconômico (INSE), responsável por caracterizar em um estrato social o público atendido pela escola, avaliou a escola nesse parâmetro como médio-

---

<sup>5</sup> O nome da escola em que foram desenvolvidas as Sequência Didáticas Investigativas não será divulgado por questões éticas e para a não identificação dos alunos participantes.

alto (INEP<sup>6</sup>, 2017). A escola conta com 9 alunos com necessidades especiais e conta com infraestrutura adequada para seu atendimento como: 1 sala de recursos que possui 2 computadores com acesso à internet, corrimões nas rampas e banheiro adaptado para maior comodidade destes alunos. Para cada aluno com necessidades especiais há o acompanhamento de uma docente com formação em Educação Especial.

A disciplina ao qual se direciona a sequência didática é a Biologia e o conteúdo se refere ao tema “A Origem da Vida” destacado no planejamento anual do professor.

O laboratório de biologia é exclusivo da disciplina e possui vidrarias de laboratório, 1 microscópio, 1 kit de lâminas preparadas de Histologia, Botânica e Zoologia, 1 notebook, 4 kits de modelos anatômicos e alguns exemplares preservados de animais. A dinâmica nas aulas de Biologia é diferente das aulas tradicionais, pois inclui a ida dos alunos periodicamente ao laboratório para o desenvolvimento de atividades práticas.

Em relação aos espaços de aprendizagem e recursos multimeios, a escola conta com 1 biblioteca, 1 laboratório de informática com 20 computadores e internet banda larga, Wi-Fi com acesso aos professores e uma sala de aula interativa com smartTV e projetor.

Quanto a escolha da escola para o desenvolvimento do trabalho, a opção foi feita devido a ser uma escola pública da rede Estadual de Ensino de Minas Gerais na qual o professor-pesquisador é servidor efetivo, onde leciona a disciplina de Biologia no 1º ano do Ensino Médio, e o conteúdo ministrado na etapa pode ser considerado como um tema controverso e desafiador.

A turma escolhida para o desenvolvimento das atividades era composta inicialmente por 35 alunos do 1º ano do Ensino Médio, do 2º turno, no ano de 2018, no entanto, devido à greve dos professores estaduais neste ano, houve uma movimentação de muitos alunos para a rede particular. Dessa forma, o grupo focal foi composto por 25 estudantes, sendo 10 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, entre 14 e 16 anos, alfabetizados, de acordo com a série e sua faixa etária.

Vale ressaltar que todo o processo de escolha dos participantes seguiu as orientações éticas necessárias, primeiramente com a aprovação<sup>7</sup> do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, no ano de 2018. Nesse sentido, houve a anuência da escola direção da instituição de ensino assinou o Termo de Anuência – TA (anexo VII), o qual teve a finalidade de explicitar os objetivos da pesquisa, e que permitiu que o pesquisador

---

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira – INEP, autarquia Federal, vinculado ao Ministério da Educação – MEC.

<sup>7</sup> Dados do Parecer consubstanciado do COEP-UFGM. CAAE: 96311918.4.0000.5149, Número do Parecer: 2.980.399.



obtivesse acesso ao campo de investigação. Os alunos-participantes assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (anexo V), e seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (anexo VI) concordando com a participação na pesquisa. Este termo permitiu que os sujeitos esclarecessem suas dúvidas quanto à investigação, seus riscos e benefícios e sobre os procedimentos com as informações coletadas. Tanto o TA quanto o TALE e TCLE garantiram que os nomes dos participantes e da escola fossem substituídos por pseudônimos, evitando que pudessem ser identificados.

Cabe salientar que o desenvolvimento das sequências didáticas pelos estudantes, não os acarretou prejuízos acadêmicos, uma vez que as atividades previstas estavam inseridas no contexto das aulas, de acordo com o conteúdo planejado.

## **4.2 Elaboração dos instrumentos didáticos**

Para que os objetivos fossem auferidos procedeu-se o desenvolvimento de dois instrumentos didáticos que abordam questões sociocientíficas sobre a *Origem da vida* e a Astrobiologia, denominados respectivamente como Chave dicotômica da *Origem da vida* e Atividade de Investigação em Astrobiologia.

### **4.2.1 Chave dicotômica da *Origem da vida***

Os fenômenos ligados à vida, à sua origem e à sua evolução são estudados pela Biologia. Entretanto dada a sua complexidade, observada nas suas múltiplas configurações e as diferentes áreas de estudo, ela é naturalmente uma ciência interdisciplinar, que permite integrar conhecimentos com outras tantas ciências como a Física, a Química, a Geologia, a Matemática, e a Astronomia, dentre outras.

Da formação das primeiras moléculas orgânicas ao surgimento da vida, passando aos mecanismos que regulam as atividades vitais e às relações que os organismos estabelecem entre si e o ambiente, essa é a ciência na qual o homem busca compreender como ocorrem esses fenômenos, ou seja, em conhecer o modo como a vida se organizou.

Nesse contexto, ainda que seja um assunto promitente, a *Origem da vida*, por todas as questões envolvidas, apresenta desafios a sua discussão. Uma dessas dificuldades está relacionada a sua abordagem, uma vez que, no Ensino Básico, os professores se atêm aos pressupostos da abiogênese e da biogênese, fixando-se basicamente nos eventos históricos desse embate, destacando os cientistas envolvidos.

Em vista disso, essa SD visa oferecer uma alternativa ao modo como a *Origem da vida* é abordada normalmente, adotando para isso a abordagem CTS. Esta metodologia visa estabelecer uma visão crítica que promova o entendimento dos processos físico-químico-biológicos envolvidos no surgimento da vida.

Partindo desse pressuposto, e a partir da constatação de que há pouco ou nenhum material disponível cuja a abordagem CTS esteja presente no ensino da *Origem da vida*, partiu-se para o desenvolvimento de ferramentas já utilizadas em outros contextos, e neste caso, o trabalho com uma chave dicotômica.

No seu uso mais comum, feito por zoólogos ou botânicos, uma chave dicotômica é um método utilizado para a identificação de um organismo, que apresenta em cada nível duas alternativas mutuamente exclusivas. Com ela, podemos, por exemplo, determinar uma espécie vegetal.

Nesse trabalho, especificamente, o objetivo de se desenvolver a chave dicotômica sobre a *Origem da vida* é identificar uma hipótese para o surgimento da vida, como a conhecemos, segundo as concepções do estudante, dentre as destacadas por Oparin-Haldane que afirmam que a vida surgiu da formação das primeiras moléculas orgânicas a partir de compostos inorgânicos, e também a Panspermia, que sustenta que a vida surgiu em outro local do universo que não a Terra.

Uma chave dicotômica é um instrumento que conduz o pesquisador a identificação de uma alternativa baseada em afirmações contrastantes. Cada conjunto de alternativas antítese - ideias que se opõem - remete para dois grupos distintos de respostas, que, no entanto, guardam as mesmas características.

Dessa forma, inicialmente foi necessário estabelecer as características mais gerais do objeto de estudo e criar uma chave baseada nas suas diferenças específicas em ordem crescente de singularidade, ou seja, foi preciso ordenar as características do geral para o específico. Também foram determinadas as características que seriam usadas para contrastar as alternativas e, na sequência, formular as questões como sendo uma série de afirmações ou perguntas, que poderiam ser utilizadas para delimitá-las. Em ambos os casos, cada pergunta ou afirmação teria que dividir os conceitos analisados em apenas dois grupos.

Nessa construção foi preciso dedicar especial atenção para os princípios de exclusão que diferiam uma alternativa de outra para, ao delinear uma série contrastante, abalizar o percurso até que se alcançasse uma resposta. Para tanto achou-se fundamental a formulação várias etapas diferenciadoras: uma chave dicotômica usa o processo de eliminação, logo é importante

observar características que podem ser usadas para diferenciar os conceitos que estão sendo analisados, em cada momento.

#### **4.2.2 Atividade de Investigação em Astrobiologia**

Com o aprimoramento da tecnologia de observação do espaço, uma área interdisciplinar da ciência surgiu e vem despertando o interesse dos cientistas, a Astrobiologia.

A astrobiologia é o estudo da origem, evolução e distribuição da vida no universo. É uma área multidisciplinar e, portanto, utiliza os conhecimentos da biologia – se destacando a biologia molecular – e da geologia, da química, da física e da astronomia para investigar a possibilidade da existência de vida, em todas as suas formas, no passado e no presente, em outros planetas e outros sistemas solares.

Nessa busca também são investigados os satélites naturais dos planetas, meteoros e asteroides, pois de acordo com a hipótese de panspermia, a vida na terra pode ter sido trazida por artefatos celestes que abrigavam formas de vida primária. Inclusive já foi possível detectar matéria orgânica em meteoritos que sobreviveram à passagem pela atmosfera terrestre.

Com tais descobertas, a ciência avança na procura de elementos condicionantes à vida, e incentiva o interesse dos estudantes na busca de informações e da resposta a novas perguntas.

Neste contexto, essa atividade, inspirada em uma proposta de aula do livro didático *Biologia* (SER PROTAGONISTA, 2013, p.57), objetivou que os estudantes atuassem como uma equipe de pesquisadores analisando os parâmetros físico-químicos relativos a cinco astros com potencial de abrigar vida.

Inicialmente foi necessário que os estudantes compilassem os dados do objeto de estudo em uma busca em artigos científicos e sites confiáveis, utilizando a internet. Nesse levantamento, eles deveriam averiguar os dados relativos à temperatura média da superfície, os valores referentes a força gravitacional, a presença de água em estado líquido e as características da atmosfera de cada corpo celeste destacado.

Em seguida, o grupo analisou os dados obtidos para determinar o (s) possível (eis) corpo (s) celeste (s) capaz (es) de encerrar a vida. Para efeito de comparação, foram apresentados os dados relativos a um planeta onde comprovadamente a vida existe em vários níveis, a Terra.

#### **4.3 Desenvolvimento das sequências didáticas**

A configuração de utilização dos instrumentos didáticos desenvolvidos constituiu-se de duas sequências didáticas (SD), em uma sucessão planejada de atividades progressivas e articuladas entre si, guiadas por um tema (ARAÚJO, 2013).

As sequências didáticas planejadas contemplam atividades investigativas que foram desenvolvidas para esta pesquisa e que possibilitaram aos estudantes apresentarem e discutirem suas opiniões, podendo, dessa forma, favorecer o desenvolvimento da argumentação científica.

#### 4.3.1 Sequência didática “*Origem da vida*” (SD01)

I. Nível de ensino: 1º ano do Ensino Médio.

II. Conteúdo Estruturante: Evolução e biodiversidade.

II.I Conteúdo Básico: A origem da vida.

II.II Contextualização: A expressão *Origem da vida* centra na reflexão em torno do fenômeno do surgimento da vida. Conhecemos diferentes formas de vida e modos distintos de considerar os aspectos científicos relacionados ao seu surgimento, mas “como e onde surgiu a vida?” e “quais as condições para que ela surgisse?” é um tema recorrente, socialmente relevante e que gera controvérsia, é interesse de grande parte da população, pela sua vinculação com a nossa expectativa de vida e a possibilidade de não estarmos sozinhos no universo.

III. Objetivos: Conhecer as hipóteses Oparin-Haldane e da Panspermia sobre a *Origem da vida* e identificar as suas principais características. Desenvolver as etapas do método científico a fim de determinar uma hipótese para a *Origem da vida*, dentre as mais abordadas atualmente.

IV. Número estimado de aulas: 4 aulas de 50 minutos.

V. Descrição das aulas:

1ª Aula: Apresentação da proposta de trabalho quando a turma foi distribuída em grupos de 5 estudantes, devendo se apoiar em seus conhecimentos, e pela resolução de uma chave dicotômica, que fossem capazes de analisar informações, discutir suas concepções e apresentarem uma hipótese para a *Origem da Vida* dentre as mais aceitas atualmente.

2ª Aula: Foi apresentada uma aula expositiva e dialógica, com várias imagens, vídeos e animações, mostrando as principais teorias científicas para a *Origem da vida*, entre as quais as teorias Oparin-Haldane e da Panspermia. A reprodução de episódios históricos foi também utilizada para auxiliar no processo de aprendizagem.

3ª Aula: Estabeleceu-se a reunião dos grupos para, utilizando a Chave Dicotômica da *Origem da Vida* (anexo I), cumprir as etapas necessárias para a definição da hipótese que melhor se adequa à concepção sobre a origem da vida do grupo e preenchimento do relatório de aula (anexo II).

4ª Aula: Nessa aula procedeu-se a discussão das hipóteses apresentadas por cada grupo e os conceitos que os levaram até ela.

#### 4.3.2 Sequência didática “Astrobiologia” (SD02)

I. Nível de ensino: 1º ano do Ensino Médio.

II. Conteúdo Estruturante: Evolução e biodiversidade.

II.I Conteúdo Básico: A origem da vida.

II.II Contextualização: Desde a sua origem até o presente momento, dado o seu caráter multidisciplinar, a Astrobiologia vem sendo um elemento facilitador para a troca entre diferentes disciplinas e áreas do conhecimento com vistas a desvendar o fenômeno da vida. Essa sequência será tomada como exemplo da elaboração de um tema multidisciplinar que é polêmico dentro da própria ciência, propiciando a exploração de procedimentos argumentativos, pois tanto as posições que suportam a existência de vida em outros mundos quanto as que minimizam essa possibilidade tem apoio científico e podem ser utilizadas para embasar o uso de argumentos prós e contra a existência de vida em outros corpos celestes. Portanto, temos uma questão sociocientífica que pode ser explorada no sentido de fornecer aos professores detalhes de como orientar a argumentação científica dos alunos.

III. Objetivos: Desenvolver a investigação, utilizando o método científico, no estudo da *Origem da vida*. Conhecer as técnicas utilizadas pelos cientistas para o estudo e procura de elementos orgânicos fora da Terra e que possam configurar formas de vida. Compreender que a ciência é dinâmica e está sempre em transformação.

IV. Número estimado de aulas: 4 aulas de 50 minutos.

V. Descrição das aulas:

1ª Aula: Foi feita a apresentação do filme “Segredos do Universo - Hubble Dublado HD” (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rnoo8j3UA6A>). Nesta versão atualizada de Hubble: Os Segredos do Universo, são reveladas algumas das últimas observações do Hubble: exoplanetas, jatos astrofísicos e a nebulosa bolha. Mas o Hubble está quase no final de sua missão. Em outubro de 2018 a NASA lançará o telescópio James Webb, um enorme observatório que usa raios infravermelhos em vez de segmentos primários de raios ópticos e ultravioleta. Juntos, os dois telescópios nos levarão mais longe do que já viajamos.

2ª Aula: Desenvolveu-se uma aula dialógica com a discussão do filme apresentado anteriormente e as técnicas de exploração do universo utilizando imagens de telescópios e análise de espectros de radiação.

3ª Aula: Procedeu-se a reunião dos grupos e utilização do roteiro “Atividade de Investigação em Astrobiologia” (Anexo III), onde cada grupo atuou como uma equipe de pesquisadores em Astrobiologia, que deveria consultar artigos científicos e sites confiáveis, utilizando a internet, para levantamento dos dados relativos a cinco astros com potencial de abrigar vida. Cada grupo também recebeu uma Lâmina de imagens (Anexo IV), para contextualização dos astros a serem investigados. A seguir os grupos preencheram o relatório da aula.

4ª Aula: Foi feita a discussão dos resultados apresentados por cada grupo, assim como os conceitos que os levaram até eles.

#### **4.4 Coleta de dados**

Neste trabalho, os dados apurados procedem dos registros das atividades desenvolvidas segundo a proposta metodológica apresentada no projeto de pesquisa, qual sejam duas seqüências didáticas com abordagem CTS sobre a *Origem da vida*. Entretanto, assim como em todo projeto de pesquisa, foi necessário realizar ajustamentos em vista das particularidades dos participantes, uma vez que alguns estudantes não tiveram anuência dos responsáveis para serem filmados ou fotografados.

Os registros documentais foram classificados em três categorias: vídeos das aulas (visual); gravações de áudio (oral); registro escrito (manual). Para os registros de vídeo e áudio foram utilizados, respectivamente, uma câmera de vídeo, focalizando as interações sócio materiais, e gravadores de áudio, para o registro das interações verbais. Orientado pela metodologia de análise de dados de sala de aula registrados em vídeo (MORTIMER et al 2005, a e b), as aulas filmadas e gravadas em situação de pesquisa foram transcritas em sua íntegra com auxílio do software Transana® ([www.transana.org](http://www.transana.org)), desenvolvida por *Wisconsin Center for Education Research* (WCER).

O registro escrito é constituído pelos relatórios de aula dos estudantes que, após serem preenchidos, foram compilados e analisados, além da utilização de um diário de campo. O diário de campo é o instrumento que reúne todas as observações e impressões pessoais do pesquisador, é o lugar de registro dos movimentos, das leituras, dos tempos e espaços, e das observações que ocorrem ao longo da pesquisa (OLIVEIRA, 2014). Já os relatórios de aula consistem de registros estruturados, contendo perguntas abertas onde os estudantes discorreram sobre suas impressões acerca da *Origem da Vida* e da sua exploração fora da Terra. As respostas



A terceira aula foi realizada na biblioteca da escola, que foi o local escolhido devido a configuração das mesas circulares, facilitando a reunião dos grupos. A proposta da aula era que os estudantes, utilizando a Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, deveriam cumprir as etapas necessárias para a definição de uma hipótese que melhor se adequava à concepção sobre a origem da vida do grupo e a seguir foi feito preenchimento do relatório de aula. Nessa aula, o professor forneceu orientações e supriu as dúvidas dos estudantes (FIGURA 3).

**Figura 3 – Mediação do professor com os grupos de trabalho**



Fonte: Arquivo do autor

Por fim, na aula 04 os grupos finalizaram e entregam o relatório estruturado onde foram apresentadas as suas hipóteses para a *Origem da Vida* e procedeu-se a discussão das hipóteses apresentadas por cada grupo e os conceitos que os levaram até ela.

No tocante à aplicação da Sequência Didática Astrobiologia (SD02), a primeira aula foi realizada na sala de multimídia da escola, com a apresentação do filme “Segredos do Universo - Hubble Dublado HD”, onde foram trabalhados conceitos relevantes sobre as técnicas de exploração do universo com imagens de telescópios e análise de espectros de radiação (FIGURA 4).

A aula 02 constituiu-se na discussão do filme apresentado anteriormente e preenchimento de um questionário semiestruturado, cujo objetivo foi aferir os conhecimentos que emergiram dessa experiência visual.

**Figura 4 – Apresentação do filme.**



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Rnoo8j3UA6A>



Na terceira aula, o espaço utilizado foi o laboratório de biologia, que apresenta uma configuração de três bancadas onde se sentam 8 estudantes de cada lado da bancada, dessa forma, cada bancada recebeu dois grupos, facilitando a reunião dos grupos e deslocamento do professor. Nessa aula os estudantes utilizaram o roteiro de “Atividade de Investigação em Astrobiologia”, e cada grupo atuou como uma equipe de pesquisadores em Astrobiologia. Para isso eles deveriam consultar artigos científicos e sites confiáveis, utilizando a internet e livros da biblioteca, para levantamento dos dados relativos a cinco astros com potencial de abrigar vida. Para o desenvolvimento da atividade, cada grupo recebeu uma Lâmina de imagens, para contextualização dos astros a serem investigados. A seguir os grupos preencheram o relatório da aula e o entregaram. Nessa aula, o professor interagiu com todos os grupos, fornecendo orientações e suprimindo as dúvidas dos estudantes.

A conclusão da SD02 ocorreu na aula 04 quando foram apresentados e discutidos os resultados das pesquisas realizadas por cada grupo e os conceitos que os levaram até ele.

#### **4.5 Análise de dados**

A metodologia de análise dos dados é pautada na abordagem qualitativa das interações entre os estudantes e fatores outros mais que humanos, em que determinadas variáveis estudadas podem ser quantificadas por meio dos relatórios de aula, complementando os dados qualitativos. Dessa forma, as descrições dos momentos e as transcrições das falas dos actantes humanos são contempladas nos trechos apresentados ao longo da discussão dos resultados, cujo escopo visou auxiliar a sua leitura.

Outro mecanismo utilizado foi a diagramação, que permite apresentar uma visão topológica das redes. Os diagramas foram construídos segundo o instrumento denominado *figuração cognitiva* (COUTINHO et al., 2014b), já discutido anteriormente, cujo objetivo foi captar as relações e contribuições que ocorrem a partir das interações entre humanos e fatores outros que humanos. Isto posto, a estratégia metodológica empregue no desenvolvimento e ensaio das sequências didáticas investigativas, foi apoiada no referencial teórico-metodológico da CTS.

Vale ressaltar que a escolha dos segmentos das atividades que foram analisados seguiram uma sequência lógica e configuram-se como os principais acontecimentos identificados, pelo pesquisador, como relevantes na avaliação dos instrumentos de aprendizagem. Essa organização tem o objetivo de tornar mais perceptíveis se/quando/como houve aprendizagem, e quais conhecimentos e saberes foram mobilizados.

## 5. Discussão dos resultados

---

Nesse capítulo, os resultados serão apresentados e discutidos utilizando os momentos em que são percebidos o estabelecimento das alianças entre os actantes humanos e outros mais que humanos, imersos na rede sociocientífica propiciada pelas Sequências Didáticas Investigativas (SD). Para isso, serão feitas descrições detalhadas e simétricas dos eventos, conjuntamente com transcrições das falas dos actantes humanos, que estão destacadas no texto na forma de trechos de fala, salientando que os nomes utilizados são fictícios, com o intuito de preservar a identidade dos participantes.

Para representação das interações entre os actantes serão apresentados diagramas que buscam evidenciar o movimento de competências/ conhecimentos/ saberes/ aprendizados, que emergiram na rede estabelecida nos momentos nos quais os instrumentos desenvolvidos para as SD01 e SD02 estiveram presentes.

### 5.1 Análise das aulas da SD01: utilização e discussão do instrumento “Chave dicotômica”

Nas aulas de Biologia, as atividades “diferenciadas” podem ser desenvolvidas em outros espaços escolares que não se restringem à sala de aula normal. Além do laboratório de Biologia e da sala multimídia, também a biblioteca da escola é bastante requisitada para atividades cuja dinâmica envolve o trabalho em grupo devido ao mobiliário ser composto por sete mesas circulares com seis cadeiras, respectivamente. Além dos livros que podem ser acessados de forma mais fácil, a biblioteca também conta com uma rede de *wifi* exclusiva para utilização nas aulas.

Como a proposta da terceira aula era de que os estudantes formassem grupos com cinco integrantes, para trabalharem com a Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, esse expediente foi utilizado com o objetivo de evitar transtornos com a organização das carteiras antes e depois da aula, o que acarretaria menor tempo para o desenvolvimento da atividade. É importante destacar que o tempo é um fator primordial, pois cada momento da sequência didática foi planejado para o tempo regular de uma aula com duração de 50 minutos.

A aula se iniciou com as orientações do regente sobre as atividades a serem desenvolvidas nessa aula, e em seguida foi entregue para cada grupo uma Chave Dicotômica da *Origem da Vida* e um relatório estruturado para acompanhamento da atividade e registro dos dados. O relatório foi constituído por quatro perguntas que orientaram as discussões e onde as impressões dos estudantes foram registradas afim de discutirem-nas com os outros colegas na

aula 4. Também foi informado que o tempo para a realização da atividade era o horário da aula, mas como será apresentado nos relatos, alguns estudantes ficaram preocupados, lembrando a todo momento da necessidade de responderem todas as perguntas. Num primeiro momento, em que os componentes dos grupos discutiam, foi observado e registrado no diário de campo que a maioria dos estudantes estava concentrada no propósito da atividade, discutindo e apresentando os seus argumentos para cada questão.

Para as perguntas do relatório: 1) “ Qual a hipótese que o grupo chegou sobre a origem da vida? ”; 2) “ Que conceitos estudados foram determinantes para o grupo chegar a essa hipótese? ”; 3) “ Vocês consideram que a atividade foi importante para o seu entendimento sobre a origem da vida? ”; 4) “ Escrevam uma pequena descrição sobre os pontos mais interessantes dessa atividade ”, todos os grupos demonstraram a mobilização de conhecimentos para respondê-las, sendo alguns grupos eloquentes em suas respostas.

O início da atividade está relacionado diretamente ao cumprimento da tarefa, utilizando a Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, visto que a resposta da questão 1 do relatório é justamente a hipótese ao qual o grupo chegou ao seu final.

Mediante as respostas dos grupos, os dados foram inseridos na planilha eletrônica com pesos 0, 1, 2 (FIGURA 5):

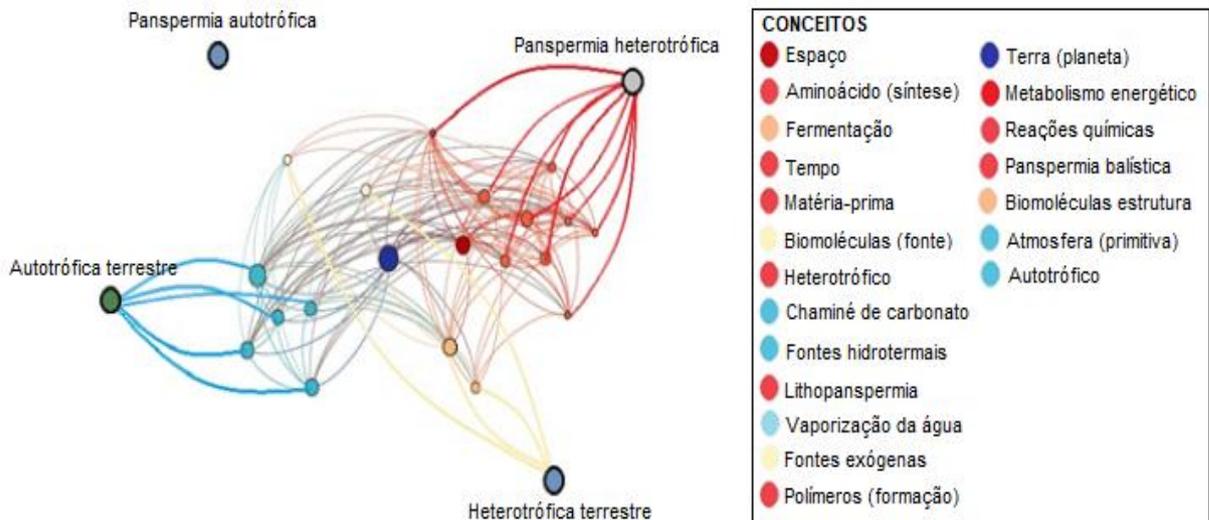
**Figura 5: Dados compilados dos conceitos mobilizados pelos grupos.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	20	14	19	18
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
3	2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
4	3	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
5	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
6	5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
8	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
20	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

(Do autor)

A seguir os dados alimentaram o programa Gephi que criou um grafo (FIGURA 6), de onde foi possível identificar quais os diversos conhecimentos e concepções foram mobilizados para cumprir as etapas propostas na chave.

**Figura 6: Grafo dos conceitos mobilizados X hipóteses dos grupos.**

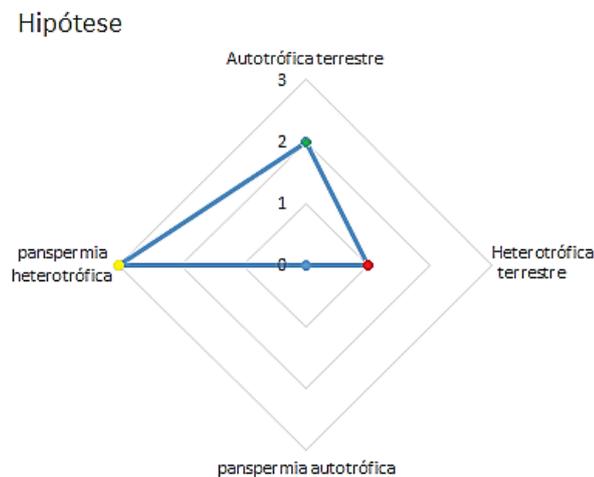


(Elaborado pelo autor)

O grafo também mostra que, dentre as hipóteses apresentadas, para esse grupo de estudantes, o metabolismo heterotrófico foi o mais eficiente para o surgimento da vida. Quanto a qual local/onde se deu esse surgimento, há um equilíbrio entre se acreditar que a vida surgiu no planeta Terra ou em outro local do universo.

Partindo desses pressupostos, os grupos chegaram a três hipóteses para o surgimento da vida, dentre as quatro possíveis sugeridas, representadas pelos vértices do gráfico (FIGURA 7).

**Figura 7: Hipóteses apresentadas pelos grupos para o surgimento da vida.**



(Elaborado pelo autor)

Vale ressaltar que esses resultados são um pequeno recorte do universo de estudantes do Ensino Médio (EM) e que não necessariamente refletem uma tendência de pensamento, para isso a dimensão do campo amostral deveria ser ampliada, alcançando o maior número possível de estudantes do EM.

Em relação a questão 2, que está diretamente relacionada à primeira, por meio dela é possível fazer uma análise inaugural relativa à figuração cognitiva, percebendo como ocorreu a emersão dos conhecimentos que performaram os actantes humanos e outros que humanos, dentro da rede sociocientífica.

Ao se analisar os registros apresentados pelos grupos, foram as biomoléculas e o tempo, com um total de quatro registros, e atmosfera primitiva com três registros cada, os principais fatores/objetos destacados, como transcrito a seguir:

**Grupo 01:** “Os primeiros bilhões de anos foram determinantes para a evolução da Terra, nessa época não era possível que houvesse vida. Como as grandes colisões que vaporizavam e aqueciam tanto a atmosfera, que levaria mais de mil anos para chover de novo”.

**Grupo 02:** “Surgimento das primeiras formas de vida há 3,8 b.a.; formas de vida de fora da Terra; atmosfera primitiva neutra/oxidante; aminoácidos e nucleotídeos obtidos em experimentos; formação de polímeros; fontes endógenas de biomoléculas; fontes termais com temperatura acima de 80 °C; fumarolas negras; síntese de aminoácidos pela reação de Strecker; quimiossíntese; autotrófico”.

**Grupo 03:** “Lithopanspermia; relativamente longo (o tempo); neutra/oxidante (atmosfera primitiva); apenas aminoácidos; exógenas (fontes de energia); chaminé de carbono (carbonato); fermentação; heterotróficos”.

**Grupo 04:** “A matéria-prima da vida, o período de tempo em que a matéria-prima passou no espaço, como era a atmosfera terrestre primitiva. Quais as biomoléculas em experimentos, tipos de reação na formação de polímeros. As fontes de biomoléculas”.

**Grupo 06:** “Atmosfera primitiva, biomoléculas, formação de polímeros, fontes de biomoléculas, condições de temperatura, fontes hidrotermais, síntese de aminoácidos e metabolismo energético”.

Note-se que nem todos os grupos fizeram os registros de modo profuso, podendo ter apresentado menor ou nenhum registro em relação a essa questão, como o grupo 5, que não foi citado acima porque limitou seu comentário a apenas “Fizemos o passo a passo e chegamos a uma só opção”.

Nessa análise cabe destacar que os estudantes também mobilizaram outros saberes que não necessariamente foram apresentados na apostila, mas que foram importantes na contextualização de uma ideia, como notado no trecho de fala abaixo transcrito:

**Maria:** “Então é isso, vamos para a 2”.

**Maria:** “O período de tempo em que a matéria passou no espaço”.

**Tiago:** “Cara, vamos pensar! Pegaram um inseto, jogaram ele no espaço, e deixaram ele uma semana, depois trouxeram de volta!” (Referindo-se a experimentos da NASA com insetos, para determinar os efeitos da radiação nos seres vivos.)

**Maria:** “Não... gente! Espera aí!” (Apartando um início de conflito.)

**Maria:** “Voltando! Período de tempo em que a matéria passou no espaço... o que vocês acham?”

**Rute:** “Eu acho que foi muita coisa!”

(Tiago volta ao assunto do inseto e ocorre nova discussão!)

**Maria:** “João! O que você acha? É longo ou curto?”

**João:** “Para o tempo que o universo existe, é pouco!”

Na pergunta 3, de acordo com as anotações reproduzidas abaixo, é possível destacar a importância dada à aquisição de conhecimentos, principalmente, como destacado pelo grupo 3, a confiabilidade nos dados das pesquisas:

**Grupo 01:** “Sim, pois mostrou novos conceitos e informações que nós não conhecíamos, como a Panspermia balística”.

**Grupo 02:** “Sim, pois com esta atividade conseguimos expandir nossos conhecimentos sobre o tema”.

**Grupo 03:** “Sim, porque tivemos um conhecimento mais amplo, devido aos estudos comprovados”.

Em um trecho transcrito dessa aula, o estudante Marcos acessa esses conhecimentos citando algumas informações trazidas a respeito de quanto tempo se deve levar em consideração para o surgimento da primeira forma de vida. Conforme transcrito abaixo:

**Marcos:** “Aqui já está falando que o primeiro ser vivo... o motivo para recuar para esse mundo, 1º é o aparecimento do progenota... além de 3,8 bilhões... (interrompido) ... só que aqui em baixo já fala assim: se as rochas indicam a existência de vida... elas devem ter surgido antes de 3,8 bilhões de anos... aí você pode olhar que qualquer rocha tem bactéria. É vida!”

Percebe-se no diálogo entre Marcos e Paulo, uma fala pela qual o primeiro atua questionando as informações. Esse posicionamento leva a uma certeza que, a seguir, é confrontada e dá início a uma discussão de concepções:

**Marcos:** “[...] então eu acho que foi... a primeira... eu tenho certeza!”

**Paulo:** “Aqui está dizendo assim: a vida surgiu **há mais** (ênfatizando) de 3,8 bilhões de anos... não está falando que surgiu **há** 3,8 bilhões de anos!”

**Marcos:** “Ou seja, eles estão sendo muito exatos em 3,8!”

**Paulo:** “Então... acho que aqui está detalhando mais... acho que é a primeira.”

**Marcos:** “Acho que é a primeira. Pode marcar!”

(Nesse momento, o professor, que estava à distância, observando a discussão, intervém lembrando ao grupo a necessidade do registro escrito no relatório)

**Professor:** “Vocês não vão marcar nada na apostila... vão preencher é o relatório!”

No item 4, “Escrevam uma pequena descrição sobre os pontos mais interessantes dessa atividade”, foram feitos os seguintes registros:

**Grupo 01:** “A formação de novas teorias, e também os conceitos e informações que nos foram apresentados”.

**Grupo 02:** “Discussão em grupo sobre a Origem da vida; formação de hipóteses”.

**Grupo 03:** “O ponto mais interessante foi sobre de onde veio a matéria-prima da vida, todos os participantes discutiram sobre a informação dada e entraram em consenso”.

**Grupo 04:** “As ‘fumarolas negras’ são causadas pelo contato da água fria do mar com a lava vulcânica ou pela penetração da água no solo submarino que entra em contato com a câmara do magma, provocando a circulação da água”.

**Grupo 05:** “As fumarolas negras que se resumem no choque da água fria com a lava vulcânica, ou pela penetração da água no solo. A chaminé de carbonato formada na região do oceano Atlântico, próxima à dorsal mesoatlântica”.

**Grupo 06:** “Na formação de polímeros podem ser obtidos aminoácidos, hidrocarbonetos, peptídeos, proteínas. Sobre as primeiras formas de vida e as condições de vida na atmosfera terrestre. As fontes hidrotermais que trouxeram a informação das ‘fumarolas negras’, que são causadas pelo contato da água fria do mar com o magma que provoca a circulação da água. Sobre a Panspermia balística (interplanetária) que explica como os ‘corpos estelares’, que levam materiais genéticos, de um planeta a outro. Também sobre a fermentação (processo de obtenção de energia que ocorre sem a necessidade do gás oxigênio) e sobre a quimiossíntese (processo realizado por certas bactérias, a energia usada na produção de alimentos vem de reações químicas)”.

Aqui neste item, novamente é destacada a noção de confiabilidade nas informações, pela imprescindibilidade de acessar conhecimentos em uma multiplicidade de fontes, levanta a questão do conhecimento. A respeito disso esses pontos são observados no seguinte trecho das falas:

**Maria:** “Como era a atmosfera primitiva? Os gases?”

(Inicia-se uma discussão entre o grupo, na qual todos apresentam seus conceitos e, em seguida, já mais organizados, eles retomam as falas.)

**Tiago:** “Vocês *estão ligados* (sabem) que não tem muito oxigênio na nossa atmosfera não! [...] a maior parte é nitrogênio! [...] Tipo assim: não ter muito oxigênio é uma coisa palpável!”

**Maria:** “Uma quantidade significativa.”

**Rute:** “Para a existência da vida.”

**Tiago:** “Aqui (no contexto) pode ser significativa, mas em relação à atmosfera é bem pouco... atmosfera em geral! [...] Não é uma questão, são fatos!”

**Tiago:** “Aquilo era na formação da vida... não era na formação da Terra.”

**Maria:** “É... na formação da vida precisava... tem fundamento!”

**Filipe:** “Em Marte não tem vida!”

**Maria:** “Por isso não existe vida em todos os planetas.”

**Filipe:** “A gente não sabe!”

**Maria:** “É, mais...”

**Filipe:** “Imagina mano (empolgado) ... se tem vida em outro planeta!”

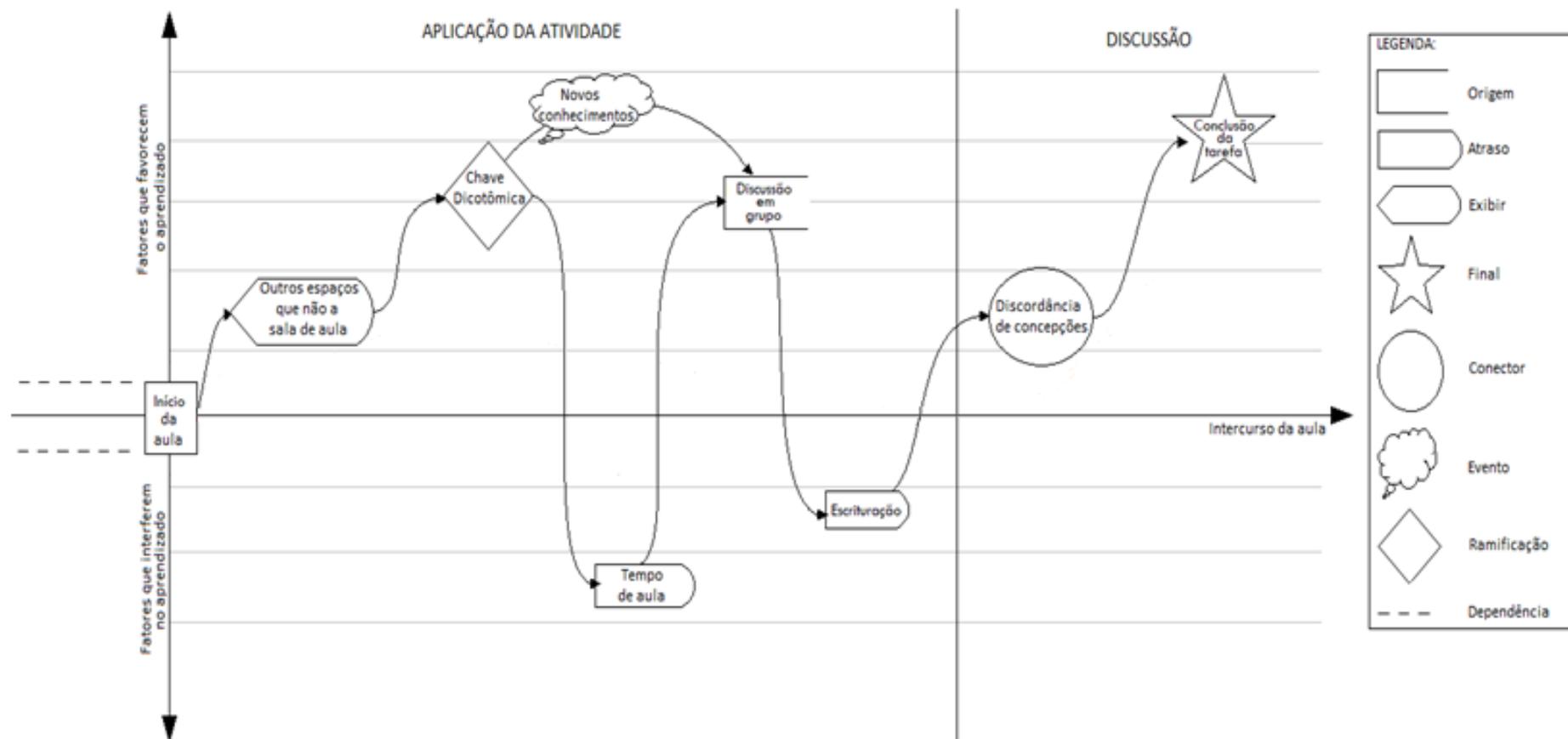
Analisando o debate acima transcrito, é possível notar entre os estudantes, ao apresentarem seus argumentos, o desenvolvimento da capacidade de definir quando algo é uma observação: “[...] não tem muito oxigênio na nossa atmosfera não!”; uma hipótese: “Para existência da vida.” (Presença de oxigênio); um pressuposto: “Em Marte não tem vida!”; ou uma conclusão: “Por isso não existe vida em todos os planetas...”. Agindo dessa forma eles conseguem avaliar a confiabilidade das informações mobilizadas antes de chegar até um resultado satisfatório. Também é possível perceber que há um momento de translação em direção a novas associações quando o estudante Filipe levanta a questão “Imagina [...] se tem vida em outro planeta!”

Apoiado nos pressupostos desse trabalho, cujo objetivo principal é mapear as redes de conhecimento performadas com a introdução de sequências didáticas investigativas sobre a *Origem da vida* à luz das pesquisas em Astrobiologia, foi elaborado um diagrama (FIGURA 8), que apresenta as associações, os desvios, e as novas associações em decorrência das translações ocorridas nesse momento da SD01. Os actantes foram mapeados a partir da análise dos relatos, dos registros nos relatórios e das observações registradas no caderno de campo. Já os elementos que os tipificaram, bem como as mobilizações ocorridas e representadas nos diagramas e grafos, foram concebidos de acordo com as configurações dos *softwares* Dia Portable® e Gephi®, respectivamente.

Para a criação do diagrama foram analisadas as ações e translações dos actantes que emergiram na aula com o uso da chave dicotômica. Estes foram tratados como fatores que possivelmente favorecem o processo ensino-aprendizagem. Também foram considerados os desvios, tratados aqui como fatores que possivelmente venham a interferir no processo ensino-aprendizagem.



Figura 7 – Diagrama de mobilizações: Atividade chave dicotômica da *Origem da vida*



(Elaborado pelo autor)

No primeiro momento de aula da atividade investigativa Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, foi possível constatar uma nova associação, “outros espaços que não a sala de aula”. Isso ocorreu, porque as aulas de as atividades diversificadas podem ser desenvolvidas em outros espaços da escola que a sala de aula normal. Uma vez que a proposta da aula exigia o trabalho em grupo dos estudantes para trabalharem com a Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, esse expediente foi utilizado levando a aula para a biblioteca. Essa mudança foi bem aceita e mostrou ser um fator importante no processo de aprendizagem dos conteúdos abordados, além de ter sido reconhecida como estimulante pelos estudantes.

A segunda associação substantiva ocorreu quando o professor entregou “Chave Dicotômica da *Origem da Vida*” e o modelo de relatório estruturado de aula aos grupos: os integrantes começaram a folhear o material e fazer a sua leitura, assim a rede começou a se expandir pelo momento de associação entre chave-alunos, de forma que os actantes humanos mobilizaram “novos conhecimentos” e argumentos em torno das questões. A partir desse instante, entre os estudantes, o instrumento de investigação Chave Dicotômica da Origem da Vida transladou o status de objeto-pedagógico para objeto-científico escolar. Isto se explica pelo fato de que, enquanto objeto-pedagógico, a Chave Dicotômica da *Origem da Vida* se configura apenas como uma estratégia didática em que os estudantes se dedicam a responder perguntas sobre o surgimento da vida. Entretanto, quando os estudantes passam a pesquisar e discutir conceitos bioquímicos, propor explicações baseadas na física e na astronomia, e usar argumentos baseados no conhecimento biológico, o mesmo instrumento é alçado ao status de objeto-científico escolar.

No momento da “discussão em grupo”, a interferência do professor foi mínima/inexistente, cujo intuito era deixar os estudantes explorarem ao máximo os seus conhecimentos/concepções. Dessa forma, os actantes humanos, estudantes e professor e os actantes outros que humanos, objeto/instrumento considerado nesse caso, a Chave Dicotômica da *Origem da Vida*, começaram a performar uma rede de interações mais complexa, mobilizando outros actantes, como os livros e a internet, dessa forma ultrapassando os limites da biblioteca. Assim surgiram outros actantes: livros, internet, google, NASA e Astrobiologia.

Mesmo com os desvios que interferiam no aprendizado se fazendo presentes no decorrer da aula 3, “tempo de aula” e “escrituração do relatório”, não acrescentaram atrasos relevantes ao desenvolvimento da atividade investigativa e na rede que se pretendia performar.

Ao término da aula, tendo os grupos finalizado a atividade, foi recolhido o relatório, mesmo alguns estudantes pedindo para completarem as respostas e entregarem na aula seguinte, o que não foi aceito pelo professor, cujo objetivo era investigar os eventos em tempo real.



## **5.2 Análise das aulas da SD02: utilização e discussão da atividade de Investigação em Astrobiologia**

Como a proposta da terceira aula era de que os estudantes continuassem nos mesmos grupos da atividade anterior, para trabalharem com a atividade de Investigação em Astrobiologia, a mesma estratégia de ocupação de outros espaços que a sala de aula foi estabelecida, novamente com o objetivo de evitar transtornos com a organização das carteiras antes e depois da aula, e poupar tempo para o desenvolvimento da atividade. No entanto, o espaço utilizado desta vez foi o laboratório de biologia, que apresenta uma configuração de três bancadas onde se sentam 8 estudantes de cada lado da bancada, dessa forma, cada bancada recebeu dois grupos.

Nessa atividade, os actantes foram mapeados a partir da análise da transcrição dos relatos, dos registros no relatório de atividade da SD02 e das observações registradas no caderno de campo. Já os elementos que os tipificaram, bem como as mobilizações ocorridas e representadas nos diagramas e grafos, foram concebidos de acordo com as configurações dos *softwares* Dia Portable® e Gephi®.

A aula se iniciou com as orientações do regente sobre a atividade a ser desenvolvida nessa aula, e em seguida foi entregue para cada grupo um Roteiro de atividade de Investigação em Astrobiologia e uma lâmina de imagens para contextualização do trabalho. O relatório foi constituído por uma tabela e três perguntas que orientaram as discussões e onde as impressões dos estudantes foram registradas afim de discutirem-nas com os outros colegas na aula seguinte. Também foi informado que o tempo para a realização da atividade era o horário da aula, mas diferente da SD01, os estudantes se mostraram tranquilos quanto ao fator tempo. Inicialmente, enquanto os componentes dos grupos tomavam contato com os instrumentos a serem utilizados na atividade, foi observado e registrado no diário de campo que os estudantes estavam concentrados na resolução da atividade.

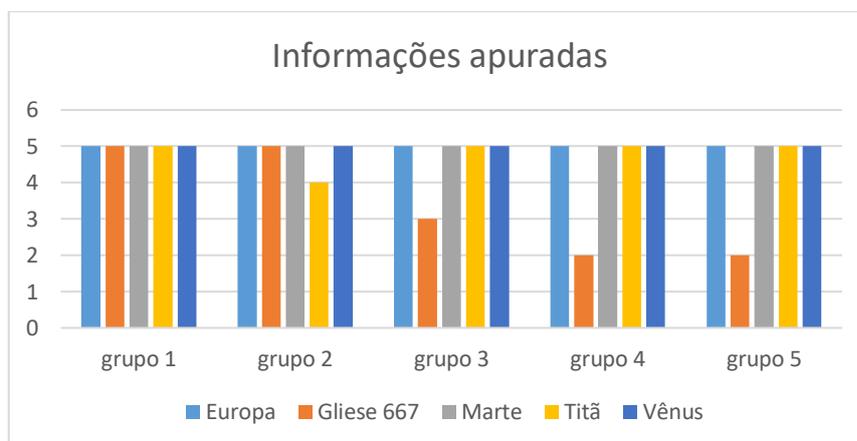
A atividade é composta de duas propostas que se inter-relacionam: na primeira parte os integrantes de cada grupo deveriam consultar artigos científicos e sites confiáveis, utilizando a internet, para levantamento dos dados relativos a cinco astros com potencial de abrigar vida: Titã (lua de Saturno), Europa (lua de Júpiter), Marte, Gliese 667Cc (Planeta extra-solar) e Vênus, além de observar as representações desses astros na lâmina de imagens, cujo objetivo era a sua contextualização. Por meio deste levantamento, os grupos preencheram uma tabela com as informações sobre a distância do astro até sua estrela – o Sol ou Gliese 667C -, a temperatura média da superfície do planeta, a gravidade do planeta, a presença de água em

estado líquido e as características da atmosfera do corpo celeste. A seguir, na segunda proposta, os grupos preencheram o relatório da aula, respondendo às perguntas relacionadas à etapa anterior da atividade.

A respeito do preenchimento da tabela, devido à busca das informações na internet, esta foi a atividade que demandou o maior tempo. Isto ocorreu porque foi preciso buscar cinco informações sobre cinco astros diferentes, sendo que os dados sobre valores como, por exemplo, a força gravitacional do astro, necessitavam de uma busca em sites mais específicos como o da agência espacial dos EUA – NASA.

No gráfico abaixo (FIGURA 10), produzido a partir dos dados referentes a cada astro, é possível notar que os estudantes não demonstraram dificuldade no preenchimento da tabela com as informações solicitadas e, mais ainda, é possível identificar o primeiro actante, a ‘dedicação’ à execução da atividade. Apesar de apenas um grupo conseguir preencher a tabela com todos os dados, os outros grupos completaram os dados de pelo menos quatro astros dentre os cinco determinados.

**Figura 10: Resultado da compilação de dados referente a cada astro.**



(Elaborado pelo autor)

Nessa análise é possível destacar outro actante: a ‘pesquisa na internet’, que é utilizada com desenvoltura pelos estudantes, ao promoverem várias buscas de informações ao mesmo tempo, como destacado no trecho abaixo:

**Isabel:** “Olha na internet o negócio da Europa (Satélite de Júpiter) para mim?”

**Sara:** “Ainda não achei, não!”

**Isabel:** “Tem não?”

**Sara:** “Tem... tem Marte... olha aqui!” (Mostrando o celular para a colega)

**Isabel:** “Conseguiu? Deixa eu ver... ah!”

**Isabel:** “Agora pesquisa aí... vai...”

**Sara:** “Deixa eu escrever... esse foi!”

Ainda é possível destacar o mesmo actante “pesquisa na internet” em um trecho de um relato que ocorreu em outro momento, mostrando ainda o envolvimento de todos os integrantes do grupo, e que ilustra a proposta de busca das informações confiáveis:

**Pedro:** “Qual é a outra *coisa* para procurar?”

**Ester:** “Europa, Gliese 667Cc...”

**Isabel:** “A força gravitacional é?”

**Sara:** “É isso aqui *ó!*” (Mostrando o celular com a pesquisa sobre outros dados)

**Marta:** “Europa não tem distância até o Sol, mas tem de Júpiter, né?”

**Sara:** “Sete bilhões e alguma coisa...”

**Pedro:** “A distância certa é setecentos e setenta e oito milhões e quinhentos mil.”

**Isabel:** “É daqui até a minha casa!” (Gargalhadas)

Analisando o trecho acima, observamos que o grupo estava preparado para saber como/onde pesquisar e, mesmo que os dados não fossem evidentes, poderiam ser usados comparativos como destacado na fala da estudante Marta: “Europa não tem distância até o Sol, mas tem de Júpiter, né?”.

Também foi possível perceber que, além das informações acessadas, foi necessário mobilizar os conhecimentos prévios e estabelecer uma translação entre essas ferramentas e os conhecimentos desenvolvidos nas aulas. Destaque no diálogo abaixo transcrito:

**Eduardo:** “É a metade gelo e a metade matéria rochosa... até então só mostra um estado físico!”

**Tomé:** “Estado... gelo... sólido?”

**Eduardo:** “Aqui... apareceu uma atmosfera melhor... está mostrando a pressão.”

**Tomé:** “Parece com uma da aula passada... redutora, *né?!?*”

**Eduardo:** “É!”

Por certo, na fala do estudante Eduardo, é possível evidenciar um elemento que translada de outros momentos, de ‘aulas anteriores’, nesse caso a aula 3 da SD01, e que agora emerge na atividade desenvolvida nesta SD.

Outro elemento importante no processo e que emerge quando é requisitado, é o ‘professor’, que, no entanto, objetivando interferir o menos possível na atividade, exerce um protagonismo discreto, conforme apresentado a seguir:

**Sara:** “Professor... professor! Aqui está escrito assim: A NASA descobriu que em Marte tem de 1,5% a 3% de água... o equivalente a 33 metros cúbicos de água... A gente coloca só esse valor? De água?”

**Professor:** “Não! Só coloca se tem ou não! O que interessa é se tem ou não água líquida.”

**Professor:** “Coloca que tem gelo também! Camadas de gelo...”

**Isabel:** “Escreve que tem os dois estados...” (Falando com a colega que faz o registro escrito)

**Sara:** “O quê?”

**Marta:** “Sólido e líquido, ué!” (Interferindo na discussão)

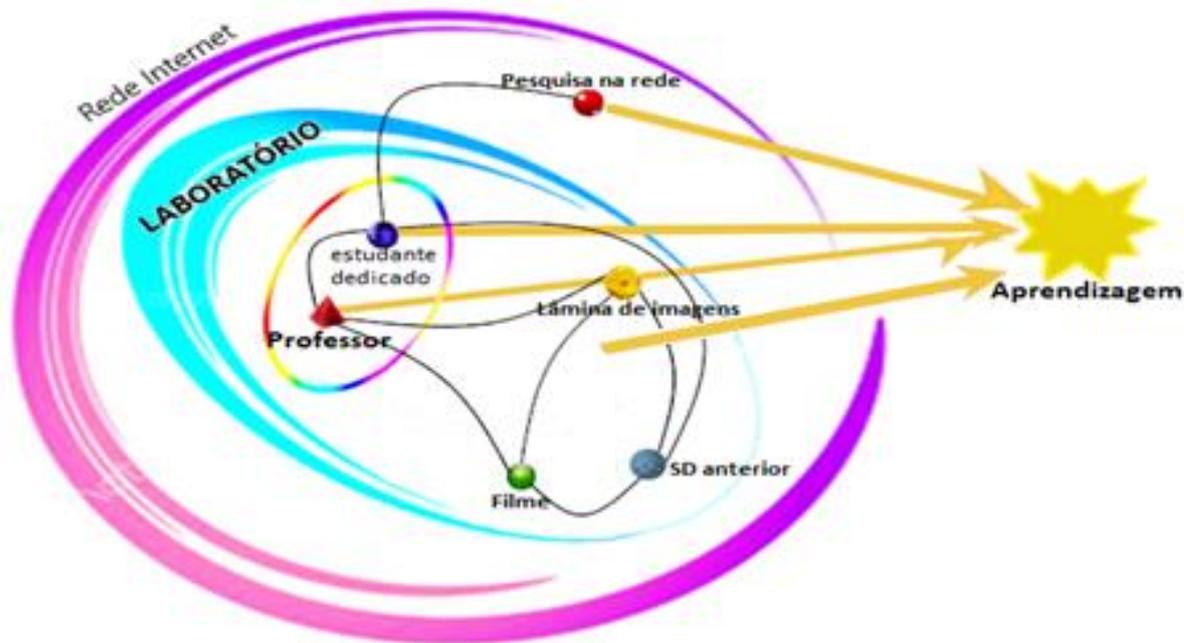
A partir desses momentos foram destacados seis actantes – dedicação dos estudantes, lâmina de imagens, pesquisa na internet, exibição do filme, SD anterior e professor – e suas relações, que são exemplificados pelo diagrama de associações e translações (FIGURA 9). Mesmo uma dessas associações não sendo provável de emergir no intercurso da SD, deve-se levar em consideração que é durante no processo de análise que o pesquisador se depara com/ identifica os actantes.

Isto posto, a primeira associação foi a ‘pesquisa na internet’, que auxiliou conforme o previsto e agiu como um actante conector, transladando os limites do espaço escolar e logrando a rede virtual de informações. Em seguida aparece a ‘dedicação dos estudantes’, que realmente se comprometeram na realização da atividade. Adiante, são observadas as associações ‘SD anterior’, ‘exibição do filme’ e ‘lâmina de imagens’, que possibilitaram o mapeamento do seu impacto na rede estabelecida. E concluindo, aparece a associação do actante ‘professor’, que atuou como mediador, interferindo no processo ensino-aprendizagem como é de se esperar, sem, contudo, monopolizar o conhecimento. Até mesmo, porque o conhecimento representa uma performance e não algo palpável como uma substância.

Nesse contexto, no que se refere a aprendizagem, inicialmente, cabe destacar a atitude de querer aprender, que emerge na figura do ‘estudante dedicado’. Tal comportamento exigiu o estabelecimento de relações com actantes outros que humanos como motivação/interesse, atenção/compreensão, participação e a expectativa de desempenhar o papel de protagonista no processo ensino-aprendizagem. Quanto a isso, um importante elemento diz respeito às competências/habilidades, no que se poderia chamar, simplesmente, de capacitação cognitiva e procedimental. Dessa forma, a ‘SD01’ e a ‘exibição do filme’ habilitaram os estudantes a desempenharem bem o seu papel na nova atividade. Unicamente se desenvolve a capacidade de aprender quando se aprende a pensar, e o estudante capacitado está pronto a pensar, logo tem interesse especial no seu aprendizado. Ou seja, a aprendizagem que emergiu, observada no

diagrama (FIGURA 11), é calcada em três pilares: o estímulo para aprender, o querer aprender e a capacitação para aprender.

**Figura 11 – Associações, translações e aprendizagem.**



(Elaborado pelo autor)

Para as perguntas do relatório: 1) “Qual (is) característica (s) de cada astro o qualifica a abrigar vida? 2) “Qual astro o seu grupo de pesquisa acredita ser possível abrigar vida e, portanto, deveria ser estudado melhor? Apresente seus argumentos.” 3) “Características como temperatura, atmosfera e água são importantes parâmetros utilizados na investigação de vida em outros corpos celestes. A presença de oxigênio na atmosfera deveria ser incluída nesses parâmetros? Justifique a sua resposta.”, todos os grupos demonstraram a mobilização de conhecimentos para respondê-las. É importante observar que, como registrado no diário de campo, os integrantes se mostravam “mais confiantes e desenvoltos na solução das questões” propostas para a atividade.

A primeira questão é uma pergunta direta e está relacionada ao cumprimento da etapa anterior, que era o preenchimento da tabela com os dados de pesquisa obtidos. Nas respostas dos grupos foi possível perceber, pela diversidade de respostas, que conhecimentos e concepções diversificadas foram mobilizadas para cumprir as etapas propostas na atividade:

**Grupo 01:** “Europa: água; Gliese: semelhante à Terra; Marte: água; Titã: água, rochoso, metano e hidrogênio; Vênus: não pode abrigar vida”.

**Grupo 02:** “Europa: água; Gliese: semelhante à Terra; Marte: água; Titã: água, rochoso, metano e hidrogênio; Vênus: não pode abrigar vida”.



**Grupo 03:** “Luz própria, água líquida, oxigênio e formas de alimentação”.

**Grupo 05:** “Gliese pode abrigar vida”.

Nessa questão, quatro grupos fizeram os registros de forma prolixa, podendo ter apresentado menor ou nenhuma dificuldade em relação a essa questão. Vale destacar aqui que o grupo 4 não foi destacado acima porque não respondeu à questão.

Em relação a questão 2, que está diretamente relacionada à primeira, por meio dela é possível fazer uma análise relativa à figuração cognitiva, atentando mais uma vez para a importância que o actante ‘busca na internet’ teve no desenvolvimento da atividade conforme registros no relatório da atividade e transcritos abaixo:

**Grupo 01:** “Gliese, porque possui 4,39 vezes a massa da Terra, tem água no estado líquido e está na zona habitável do seu sistema. A estrela é uma anã bem mais fria e pálida que o Sol, mas se situa a pouca distância dele, por isso recebe energia para a vida”.

**Grupo 02:** “Gliese 667Cc, pois é o mais promissor para se encontrar vida semelhante à nossa, ele tem 4,39 vezes a massa da Terra e está na zona habitável e com temperatura capaz de abrigar água em estado líquido. A estrela é uma anã bem mais fria e pálida que o Sol”.

**Grupo 03:** “Gliese, porque possui 4,39 vezes a massa da Terra, está na zona habitável do seu sistema e possui água líquida”.

**Grupo 04:** “Gliese, porque mesmo com a massa maior que da Terra ele está na zona habitável do seu sistema”.

**Grupo 05:** “Gliese pode abrigar vida porque não é muito maior que a Terra, a sua gravidade é quase igual de Marte e tem água”.

Nessa questão, os grupos registraram respostas bem parecidas. Pode-se assim estabelecer que essa semelhança ocorreu porque as fontes consultadas na internet, para fazer a pesquisa, foram as mesmas. Daí a importância de o professor destacar sempre a necessidade do amparo em fontes confiáveis para embasamento das pesquisas, sejam elas em qualquer âmbito.

Na pergunta de número 3, chama a atenção a disparidade de justificativas, onde o argumento apresentado sempre se refere ao humano, a vida como a conhecemos e, de certa forma, exclusivamente aeróbica:

**Grupo 01:** “Sim, o oxigênio é um componente da água e essencial para a vida dos seres humanos”.

**Grupo 02:** “Sim, porque o oxigênio é componente da água e é total necessidade para a vida dos seres vivos”.

**Grupo 03:** “Sim, o oxigênio por que é necessário para a respiração”.

**Grupo 04:** “Sim, o oxigênio é essencial para a existência de vida. Mas Marte tem vida (bactérias) e não tem oxigênio”.

**Grupo 05:** “Sim, o oxigênio é necessário para a respiração dos seres que vivem na Terra. Mas a gente não sabe nos outros planetas, porque se existem seres diferentes eles também podem respirar um gás diferente”.

O que deve ser observado nessa questão é que mesmo emergindo elementos de uma abordagem científica, os estudantes ainda contam com pouca bagagem científica para o seu discurso. Nesse caso, eles ignoram completamente o fato de que nem todo ser vivo precise de oxigênio para sobreviver. Vale lembrar que são estudantes recém-chegados do Ensino Fundamental, com diversas propostas de ensino e com pouco aprofundamento no assunto metabolismo energético, e que talvez esse contexto, de alguma forma, tenha influenciado a sua resposta.

Assim como na atividade escrutinada anteriormente, ao término da aula, tendo os grupos finalizado a atividade, foi recolhido o relatório, cujo objetivo era investigar os eventos em tempo que se desenvolveram no espaço de tempo e local da aula 3.

Após a execução da atividade investigativa da SD02, na aula 4, foi promovida a discussão dos relatórios, como planejado. Vale destacar que, devido às limitações operacionais, nessa aula, não foi feito o registro em áudio e vídeo. Dessa forma, as impressões e os discursos aqui apresentados foram retirados das anotações do diário de campo do professor/pesquisador.

Nesse contexto, a dinâmica da socialização das respostas ocorreu da seguinte forma: a) leitura da pergunta do relatório, feita pelo professor; b) leitura da resposta registrada por um integrante do grupo; c) debate das respostas dos grupos. Essa metodologia foi executada em cada uma das três questões do relatório.

Em relação à primeira pergunta, foi possível perceber que todos os grupos se empenharam na pesquisa, pois como a resposta implicava no preenchimento dos dados da tabela, todos os grupos responderam e, ao serem questionados sobre a fonte de pesquisa, eles souberam informá-la, ainda que não tivessem registrado no relatório. As fontes de consulta citadas pelos estudantes foram o [hypescience.com](http://hypescience.com), o [sbfisica.org.br](http://sbfisica.org.br), o [nasa.gov](http://nasa.gov) e também, apesar do alerta do professor, o [pt.wikipedia.org](http://pt.wikipedia.org). Nessa pergunta foi possível identificar um actante: ‘outros idiomas’. Ao se expressar sobre o site da NASA, esse actante é destacado na fala do aluno Gabriel:

**Professor:** “Qual foi a fonte que o grupo 1 pesquisou? Quem responde?”

**Gabriel:** “Professor, eu... a gente foi pesquisar no site da NASA porque nessas coisas ele é f... mas foi difícil porque é inglês né!”

**Professor:** “E como o grupo fez para achar a gravidade de Marte?”

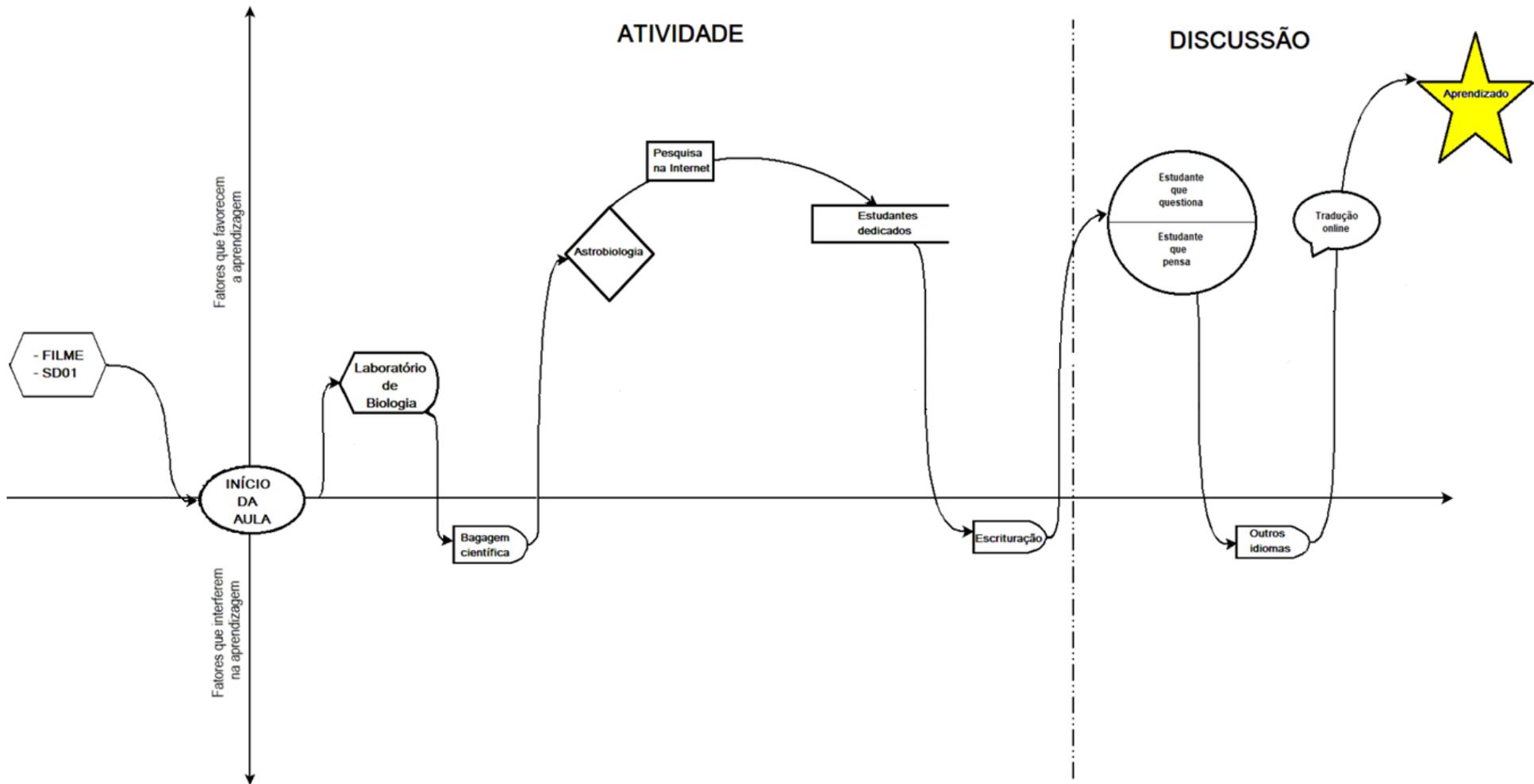
**Gabriel:** “O google traduz...” (risos)

Na pergunta 2, os representantes de todos os grupos apontaram o planeta extra-solar Gliese 667Cc como alvo para estudos aprofundados e explicaram a escolha pelo fato de o planeta apresentar mais características que favorecem a vida, em relação aos outros, como foi possível perceber nas respostas do relatório. O professor, entretanto, perguntou se a lâmina de imagens, que apresentava imagens dos planetas, poderia indicar que esse planeta não era tão propício, porque sua imagem era muito diferente da Terra. Os estudantes defenderam seu ponto de vista alegando que a imagem mostrada de Gliese 667Cc “estava escrito que era uma concepção artística” e que poderia estar errada. A vista disso, pode-se inferir sobre o surgimento de um estudante crítico, capaz de questionar se uma informação é digna de crédito ou não.

Na sequência o professor passa para a questão número 3, referente a se o oxigênio deveria ser incluído nos parâmetros para se investigar a vida em outros corpos celestes. Os representantes dos grupos ampararam as suas justificativas na respiração aeróbica, sem levar em conta que grande parte dos seres vivos conhecidos utiliza a respiração anaeróbica na produção de energia. Ao que o professor chamou atenção para este fato, a turma toda assentiu sua negligência com um concordante “é mesmo!”. Nesse momento, nota-se que o actante que se destaca é um estudante pensativo, capaz de ponderar, ciente da sua falibilidade, mas que tem muito a oferecer para a construção de uma rede de conhecimentos na sala de aula.

Após discorrer sobre as impressões das aulas 3 e 4 da SD02, foi desenvolvido um diagrama de mobilizações (FIGURA 11), considerando, além dos actantes que emergiram na atividade de Investigação em Astrobiologia, as suas translações. Dentre essas translações vale ressaltar que a internet apresentou um papel de destaque em pelo menos dois momentos: a busca de informações sobre os planetas em sites confiáveis para preencher a tabela; e a utilização de uma ferramenta de tradução online para acessar o site da NASA.

Figura 12 – Diagrama de mobilizações: atividade de Investigação em Astrobiologia



(Elaborado pelo autor)

No início da atividade de Investigação em Astrobiologia, foi possível constatar uma associação, “filme/SD01”. Esse Translado ocorreu naturalmente, porque os estudantes, após participarem da SD01, também assistiram ao filme “Segredos do Universo - Hubble Dublado HD”. Dessa forma, as experiências anteriores, que eles trouxeram para a nova Sequência Didática, potencializaram o seu conhecimento relacionado ao tema Astrobiologia.

Novamente a atividade se iniciou com a nova associação outros espaços que a sala de aula, agora representada pelo ‘laboratório de biologia’. Além do fator fora da sala de aula, também aparece o fator fascínio que o estudante tem ao adentrar aquele espaço, com todos os aparelhos e modelos biológicos. Uma vez que a proposta da aula exigia o trabalho em grupo dos estudantes para desenvolverem a atividade de Investigação em Astrobiologia, esse expediente foi utilizado levando a aula para este ambiente.

Uma nova associação ocorreu quando foi entregue a atividade de Investigação em Astrobiologia, composta por um relatório semiestruturado e o banco de imagens, aos grupos: imediatamente os integrantes começaram a fazer a leitura do material, e também acessarem a Internet. Assim a atividade extrapolou as paredes do laboratório de biologia e, tomando emprestada uma figura de linguagem, ganhou o espaço, literalmente.

A ‘pesquisa na internet’ foi a conexão que permitiu uma nova associação ‘estudantes dedicados’. Nesse momento, a interferência do docente ocorreu pontualmente, mas já não era indispensável, porque a ferramenta que os estudantes estavam utilizando, permitiu a eles explorarem ao máximo os seus conhecimentos. Dessa forma, é possível acompanhar o caminho de percorrido por actantes humanos, estudantes e professor, e o actante outro que humano, objeto/instrumento, considerado nessa circunstância, a atividade de Investigação em Astrobiologia, as novas associações proporcionadas pela pesquisa na internet, de onde emergiu uma nova rede.

É importante salientar que, mesmo ocorrendo os desvios no intercurso da aula 3, “erros conceituais” e “preenchimento do relatório” não afetaram, de forma relevante, o desenvolvimento da atividade investigativa.

Na discussão dos relatórios da atividade, são destacadas duas novas associações representadas pelo estudante questionador e o estudante reflexivo, que emergem a partir das argumentações e contra argumentações. Essas associações trazem à tona discussões sobre o protagonismo do estudante, uma vez que não devem apenas ser informados e orientados, mas sim, vistos como capazes de apropriar-se dos conhecimentos técnico-científicos pertinentes a um tema controverso e colaborarem para o seu desenvolvimento intelectual. Ainda que um

novo desvio, ‘outros idiomas’, tenha vindo a campo, os próprios estudantes se encarregaram de diminuir seu significado, como foi descrito.

Esse cenário, portanto, sugere que a aprendizagem não pode ser entendida como um processo linear, ela vai além da perspectiva no qual estudantes com diferentes visões de mundo tenham igual tempo para a apreensão dos conteúdos, sobretudo quando se trata de um tema com fortes enraizamentos culturais, como a vida em outros planetas. Como diz Bernard Charlot (2005), para que o sujeito construa um saber, é preciso que se envolva com a atividade intelectual, ou seja, ele tem que ser afetado<sup>8</sup>. A aprendizagem ocorre quando o estudante aprende com os pares, aprende com outras pessoas e com outros que humanos, dentro e fora da escola, conecta-se com o mundo e compõe uma rede de saberes sob a perspectiva humana e globalizada. Sendo assim, é possível apontar que o aprendizado que emergiu é resultado da ação do sujeito, aqui dito estudante, aliado aos actantes outros que humanos, em interação com o conhecimento científico propiciado pela atividade investigativa, performando uma rede.

Por conseguinte, a análise da rede performada nesta SD evidencia os benefícios que a abordagem CTS propicia, por meio da reformulação do modelo de ensino-aprendizagem tradicional, onde actantes outros que humanos transladam como atores do processo, e fazem emergir do actante humano as suas percepções sobre o objeto, moldando o seu comportamento e mobilizando seus saberes/conhecimentos/aprendizagens.

## **6. Considerações finais**

---

O presente estudo objetivou mapear as redes de conhecimento performadas com a introdução duas sequências didáticas investigativas sobre a *Origem da vida* à luz das pesquisas em Astrobiologia. As atividades aqui propostas foram duas Sequências Didáticas Investigativas (SDI), direcionadas para estudantes do Ensino Médio, amparadas na abordagem CTS, cuja intenção é colocar-se como uma alternativa possível para motivar os estudantes a interessarem pela ciência.

Para o desenvolvimento das SD's, foram propostas atividades diversificadas que envolviam o trabalho em grupo com chave dicotômica, pesquisa na internet, análise de vídeo, apresentação de hipóteses e discussão, em que os estudantes, utilizando material de apoio, deveriam investigar as condições necessárias ao surgimento da vida, além de apresentarem uma

---

<sup>8</sup> Na concepção de Bruno Latour, o que um estudante aprende não ocorre por tornar-se mais atento, mas por ter sido afetado, ou seja, sensibilizado por algo ou alguma coisa que o impressionou (LATOURE, 2004).

hipótese de como ela surgiu e depois sugerirem um astro capaz de abrigá-la, assim como a Terra. Essa diversidade de estratégias pedagógicas foi pensada e amparada pela metodologia do trabalho científico visando propiciar uma aprendizagem mais ampla e com um caráter investigativo.

Assim, os estudantes conseguiram entender as temáticas e desenvolveram argumentos críticos sobre as mesmas. Além disso, se tornaram sujeitos muito mais ativos e questionadores ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

No tocante a execução das SD's, pode ser observado, nos trechos das falas transcritas anteriormente, que as atividades possam ter contribuído para a aprendizagem de conhecimentos ou conteúdos, mas sobretudo para o desenvolvimento de competências e habilidades. Assim, as interações, as articulações e translações que os estudantes desenvolveram com o conteúdo, com a metodologia e com o espaço não-formal da sala de aula podem ter favorecido a aprendizagem, considerando ainda a sua heterogeneidade cultural.

Proporcionando aos estudantes a oportunidade de exporem ideias, discutirem conceitos e aventarem hipóteses, presume-se que as sequências didáticas desenvolvidas possibilitaram ao estudante ser um agente ativo no processo ensino-aprendizagem. E que assim, possam enredar-se, com bons argumentos, em questões controversas e fascinantes, como são os casos da *Origem da vida* e da Astrobiologia.

Não obstante a motivação seja um fator necessário para que o aluno aplique esforço nas situações escolares com vistas a obter bons resultados, isto apenas não basta, é necessário que ele conheça estratégias de aprendizagem adequadas, faça uso delas e compreenda como funcionam e quais benefícios trazem. Partindo da premissa de que uma abordagem à aprendizagem tem dois componentes, como os estudantes desempenham uma tarefa depende em primeiro lugar de que forma eles podem fazer.

Quanto aos diagramas de associação e os grafos de figuração cognitiva, puderam mostrar experimentalmente que as redes que se performam não podem ser previstas, visto que são volúveis e estão sempre abertas a novos vínculos. A vista disso, em consonância com os resultados analisados, é admissível que as translações, deslocamentos e aportes entre os actantes humanos e outros que humanos, favoreçam a instituição das redes de aprendizagens e conhecimentos.

Concluindo, as SD's aqui apresentadas e denominadas “Chave dicotômica da *Origem da vida*” e “Atividade de Investigação em Astrobiologia” serão disponibilizadas como uma fonte para pesquisas futuras, além de possibilitar ao docente interessado nesse tipo de material didático apresentar uma atividade diferenciada, relacionada às questões sobre Ciências,

Tecnologia, Sociedade (CTS), onde a ciência avança na procura de elementos condicionantes à vida, e incentiva o interesse dos estudantes na busca de informações e de respostas a novas perguntas. Cabe ressaltar que as atividades aqui descritas levaram em consideração as particularidades dos atores envolvidos, seja o professor ou os estudantes. Dessa forma, é sugerido aos professores que utilizarem esse material para que façam as necessárias adequações à sua realidade, de modo a explorar ao máximo as suas potencialidades.



## 7. Referências Bibliográficas

---

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.6, n.2, p. 3-32, junho 2013.

ANGUERA, M.T. Metodologia de la observación en las Ciencias Humanas. Ediciones Cátedra: Madrid, 1985.

ARAÚJO D. L. O que é (e como faz) sequência didática? Entrepalavras, Fortaleza - ano 3, v.3, n.1, p. 322-334, jan/jul 2013.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Belo Horizonte: Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, vol.03, n. 01. Jun. 2001.

BAERT, P.; RUBIO, F.D. The Politics of Knowledge. New York: Routledge, 2012.

BASTIAN, M. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. AAAI Publications, Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, 2009, retrieved 2011-11-22.

BELL, Daniel. O Advento da sociedade pós-industrial: uma tentativa social. Daniel Bell; tradução de Heloysa de Lima Dantas. São Paulo: Ed. Cultrix. 1977. 540p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Sociedade da Informação no Brasil – Livro Verde. Brasília. 2000.

CHARLOT, B. Formação de professores: a pesquisa e a política educacional. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Org.). Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2005. p. 89-108.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, out. 2010.

COUTINHO, F.A.; MARTINS, R.P.; RIBEIRO, N.A. Por uma abordagem relacional ao conceito de vida no ensino de biologia. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 14, No3, 2014a.

\_\_\_\_\_; RODRIGUES E SILVA, F. A.; MATOS, S. Á.; SOUZA, D. F.; LISBOA, D. D. P. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino - SBEnBIO. v. 7, p. 1930-1942, 2014b.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. Handbook of qualitative research. Sage: Thousand Oaks, 1994.

DURANTI, Luciana. Registros documentais contemporâneos como provas de ação. **Revista Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 13, p. 49-64, jul. 1994. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/reh/article/view/1976/2164>. Acesso em: 11 mar. 2019.

GALANTE, D.; SILVA, E.P.; RODRIGUES, F.; HORVATH, J.E.; AVELLAR, M.G.B. (Orgs). *Astrobiologia: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. -- São Paulo : Tikinet Edição : IAG/USP, 2016.

GUNTHER, H. *Como elaborar um questionário*. Brasília: UnB, 2003.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU-EDUSP, 1987.

LATOURET, B. *How to Talk About the Body? The Normative Dimension of Science Studies*. *Body & Society*, Califórnia: Sage, v. 10, n. 2-3, p. 205-229, 2004.

LATOURET, B. *Reagregando o Social – Uma Introdução a Teoria do Ator-Rede*. Bauru, SP: EDUSC/ Salvador, BA: EDUFBA. 2012.

LIMA, M. E. C. de C.; MARTINS, C. M. de C.; MUNFORD, D. (Orgs.). *Ensino de Ciências por Investigação - ENCI*. Belo Horizonte: UFMG/FaE/CECIMIG, v. 1, 2008. 109 p.

MIZUKAMI, M. da G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química para o ensino médio*. São Paulo: Scipione, 2003.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; TIBERGHIEN, A.; BUTY, C. *Uma metodologia de análise e comparação entre a dinâmica discursiva de salas de aulas de ciências utilizando software e sistema de categorização de dados em vídeo: Parte 1, dados quantitativos*. In: *Anais do V ENPEC*. Bauru, 2005a.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; TIBERGHIEN, A.; BUTY, C. *Uma metodologia de análise e comparação entre a dinâmica discursiva de salas de aulas de ciências utilizando software e sistema de categorização de dados em vídeo: Parte 2, dados qualitativos*. In: *Anais do V ENPEC*. Bauru, 2005b.

OLIVEIRA, R. de C. M. (Entre) linhas de uma pesquisa: o Diário de Campo como dispositivo (in) formação na/da abordagem (Auto) biográfica. **Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos**, Salvador, v. 2, n. 4, p. 1-19, 2014. ISSN 2317-6571. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/educajovenseadultos/article/view/1059>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. *Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências*. *Educação e Pesquisa*, v. 38, n. 3, p.1-15, 2012.

PIMENTA, Selma Garrido. *Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente*. *Educação e Pesquisa*, v.31, n.3, p.521-39, 2005.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. *A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio*. *Ciência & Educação*, São Paulo, n. 13(1), p. 71-84, 2007.

PORTO, P.R. de A.; FALCAO, E.B.M. *Teorias da Origem e Evolução da Vida: Dilemas e desafios no Ensino Médio*. vol.12, n.3. Belo Horizonte: Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. 2010. (p.13-30). ISSN 1415-2150.

RANGEL, A. L. Tutorial sobre DIA Portable®. SlideShare, 2010. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/WilliamSantosCarvalho/dia-portable-tutorial>> Acesso em 28 mar. 2018.

ROEHRIG, S. A. G.; ASSIS, K. K.; CZELUSNIAKI, S. M. A Abordagem CTS no Ensino de Ciências: Reflexões sobre as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná. Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade. Anais. 2011.

SADLER, T.D. (2011, a). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In T.D. Sadler (Ed.), **Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning, and research** (p.1-10). The Netherlands: Springer Press.

SADLER, T.D. (2011, b). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T.D. Sadler (Ed.), **Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning, and research** (p. 355-369). The Netherlands: Springer Press.

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

SANTOS, V. M. F.; SILVA, F. A. R. e; COUTINHO, F. A. **Contribuições da Teoria Ator-Rede para pesquisa em Educação em Ciências**. In: III EREBIO, ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. Abr. 2015.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E.F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

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. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, n. 2(2), p. 133-162. 2002.

SPRADLEY, J. Participant observation. New York, Iolt, Rinehart and Winston, 1980.

SULIVAN III, W.T.; BAROSS, J.A. *Planets and Life: The emerging Science of astrobiology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TRIVELATO, S. F. Ensino de ciências e movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. IV Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, FAE/USP, São Paulo, 1994.

VENTURINI, T. Diving in Magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public Understanding of Science**, v. 19, n. 3, p. 258-273, 2010.

ZEIDLER, D.L.; NICHOLS, B.H. Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, v.21 n.2 p.49-58, 2009.

## ANEXO I



Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas  
Magno Inácio dos santos  
Professor de Biologia da Rede Estadual de Educação - MG  
Mestrando ProfBio do ICB - UFMG  
[macicb@gmail.com](mailto:macicb@gmail.com)

Francisco Ângelo Coutinho  
Professor da Faculdade de Educação – UFMG  
[couthogambiarra@gmail.com](mailto:couthogambiarra@gmail.com)

# CHAVE DICOTÔMICA DA ORIGEM DA VIDA NA TERRA

## Orientações:

O objetivo da atividade é investigar evidências científicas e determinar uma possível hipótese, que não é necessariamente uma resposta definitiva para a origem da vida na Terra.

Qualquer caminho que o grupo siga na investigação, ele o levará a uma hipótese.

A investigação é composta por duas chaves, numeradas e denominadas chave 1 e chave 2.

Inicie a investigação pelo item 1 da chave 1 e siga os passos conforme as alternativas.

**CHAVE 1****1- As primeiras formas de vida surgiram QUANDO? (Consulte informação 1)**

1a. Entre 3,5 e 3,8 b.a. ....siga para o passo 2.

1b. Há mais de 3,8 b.a. (bilhões de anos) .....siga para a chave 2.

**2- As primeiras formas de vida surgiram ONDE?**

2a. Fora da Terra .....siga para o passo 1 na chave 2.

2b. No planeta Terra .....siga para o passo 3.

**3- Como era a atmosfera terrestre primitiva? (Consulte informação 2)**

3a. redutora .....siga para 4a.

3b. neutra / oxidante .....siga para 4b.

**4- Quais as biomoléculas obtidas em experimentos? (Veja informação 3)**

4a. Aminoácidos e nucleotídeos .....siga para o passo 5.

4b. Apenas aminoácidos .....siga para o passo 6.

**5- Tipo de reação na formação de polímeros: (Consulte informação 4)**

5a. Reação em estado sólido .....siga para o passo 6.

5b. Reação em solução aquosa..... siga para o passo 7.

**6- As fontes de biomoléculas eram: (Consulte informação 5)**

6a. Endógenas .....siga para 8a.

6b. Exógenas .....siga para 7b na chave 2.

**7- Quais são as condições de temperatura da H<sub>2</sub>O? (Consulte informação 6)**

7a. Acima de 80 °C .....siga para 8b.

7b. Até 80 °C .....siga para o passo 9.

**8- Quais foram as possíveis fontes Hidrotermais? (Consulte informação 7)**

8a. "Fumarolas negras". .....siga para 10b.

8b. "Chaminé de carbonato" .....siga para 11b.

**9- Mecanismos para síntese de aminoácidos (Consulte informação 8)**

9a. Reação de Strecker .....siga para o passo 8 na chave 2.

9b. Reação de Bucherer-Bergs .....siga para o passo 10.

**10- Tipo de metabolismo energético utilizado: (Consulte informação 9)**

10a. quimiossíntese .....siga para 11a.

10b. fermentação ..... siga para 11b.

**11- Modo como o organismo obtém alimento:**

11a. Autotrófico .....siga para 12a.

11b. Heterotrófico .....siga para 12b.

**12- Hipótese para o surgimento da vida:**

12a. Hipótese da origem terrena autotrófica.

12b. Hipótese da origem terrena heterotrófica.

## CHAVE 2

### 1- A matéria-prima da vida veio de ONDE? (Consulte informação 10)

1a. Panspermia balística.....siga para 2a.

1b. Lithopanspermia. ....siga para 2b.

### 2- O período de tempo em que a matéria-prima passou no espaço?

2a. relativamente curto .....siga para 3a.

2b. relativamente longo .....siga para 3b.

### 3- Como era a atmosfera terrestre primitiva? (Veja informação 2)

3a. redutora .....siga para 4a.

3b. neutra / oxidante .....siga para 4b.

### 4- Quais as biomoléculas obtidas em experimentos? (Consulte informação 3)

4a. Aminoácidos e nucleotídeos .....siga para o passo 5.

4b. Apenas aminoácidos .....siga para o passo 6.

### 5- Tipo de reação na formação de polímeros: (Consulte informação 4)

5a. Reações em estado sólido .....siga para o passo 6.

5b. Reações em solução aquosa..... siga para o passo 7.

### 6- As fontes de biomoléculas eram: (Consulte informação 5)

6a. Endógenas .....siga para 7a.

6b. Exógenas .....siga para 7b.

### 7- Quais foram as possíveis fontes Hidrotermais? (Consulte informação 7)

7a. “Fumarolas negras”. .....siga para 9b.

7b. “Chaminé de carbonato” .....siga para 8b.

### 8- Tipo de metabolismo energético utilizado: (Consulte informação 9)

8a. quimiossíntese .....siga para 9a.

8b. fermentação ..... siga para 9b.

**9- Uso da energia para o metabolismo:**

9a. Autotróficos .....siga para 10a.

9b. Heterotróficos .....siga para 10b.

**10- Hipótese para o surgimento da vida:**

10a. Hipótese da panspermia autotrófica.

10b. Hipótese da panspermia heterotrófica.



## Lista de consulta

### ➤ Informação 1

- A formação rochosa Isua (na Groenlândia) é uma das mais antigas, tem 3,8 b.a. Embora não contenha organismos fósseis, ela tem indicações de contaminação por atividade biológica. O grafite encontrado nela tem um teor de  $^{13}\text{C}$  (variedade de átomo de carbono com seis prótons e sete nêutrons) em relação ao isótopo mais leve  $^{12}\text{C}$  com valores típicos de material orgânico, como o encontrado em restos vegetais atuais. Até agora, não se encontrou outra explicação, a não ser a fotossíntese para explicar essa anomalia do carbono, ou seja a vida existiu nesse período.
- Um motivo para recuar o aparecimento do progenota (primeiro ser vivo) para além de 3,8 b.a. é que os trezentos milhões de anos seguintes parecem ser muito curtos para a vida ter atingido o nível de complexidade da cianobactéria, parente dos organismos que formaram os estromatólitos. Mas não podemos recuar a origem da vida para tempos muito anteriores a esse. A Terra se formou há 4,56 b.a. e já tinha crosta sólida, a água tinha chovido das nuvens para formar os oceanos e a atmosfera tinha temperatura aceitável. Mas nos primeiros ~700 milhões de anos ela era castigada por uma densa chuva meteórica, alguns dos fragmentos com centenas de quilômetros de tamanho. Uma colisão dessas vaporizaria os oceanos e aqueceria tanto a atmosfera, que levaria mais de mil anos para chover de novo. Se as rochas de Isua indicam existência de vida, ela deve ter surgido antes de 3,8 b.a., dado que a fotossíntese, por ser um processo muito complexo, não deve ter sido a primeira forma de produção de energia. O ancestral comum deve ter surgido há mais de 3,8 b.a.

➤ **Informação 2**

- **Atmosfera redutora** – sem quantidades significativas de  $O_2$  livre e outros gases ou vapores oxidantes. Composta por Metano ( $CH_4$ ), Amônia ( $NH_3$ ), Hidrogênio ( $H_2$ ), vapor de água ( $H_2O$ ).

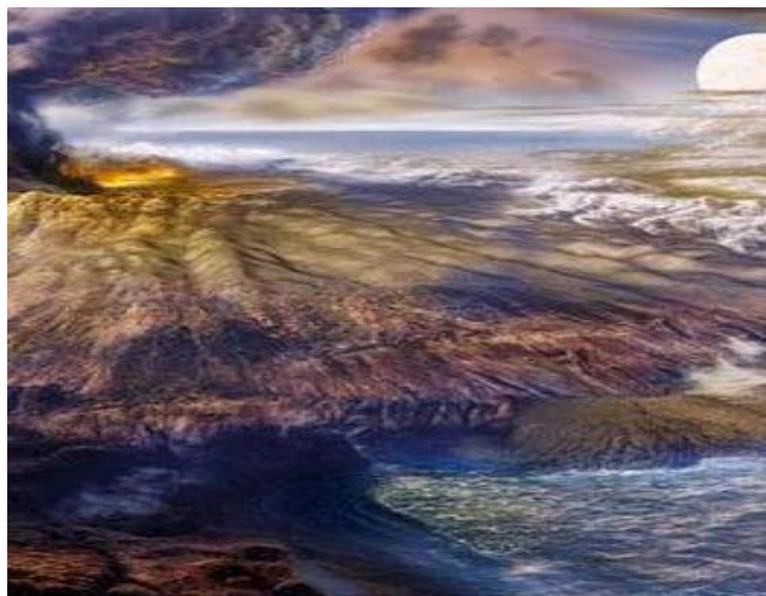
Figura 1. Representação de atmosfera terrestre redutora.



Fonte: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Evolucao/evolucao4.php>

- **Atmosfera neutra a oxidante** – possui quantidades significativas de vapores oxidantes além de Metano ( $CH_4$ ), Nitrogênio ( $N_2$ ), Monóxido de carbono ( $CO$ ), Dióxido de carbono ( $CO_2$ ), Hidrogênio ( $H_2$ ), Ácido sulfídrico ( $H_2S$ ).

Figura 2. Representação de atmosfera terrestre oxidante.

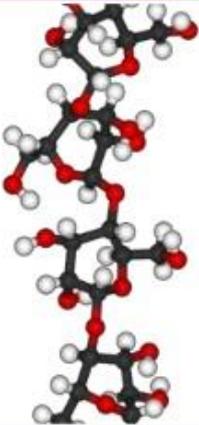
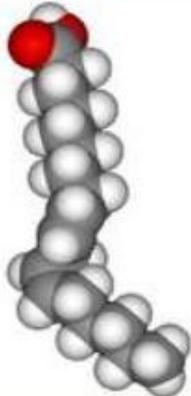
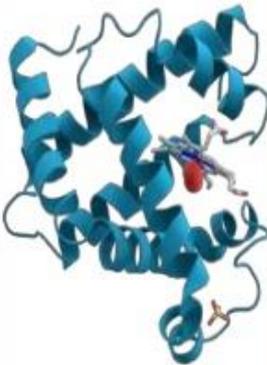
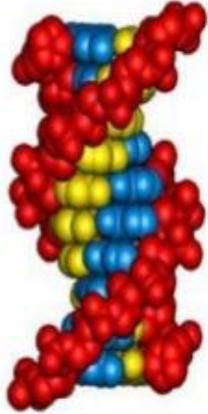
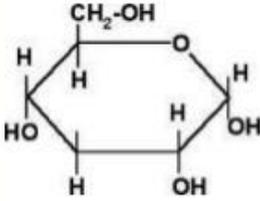
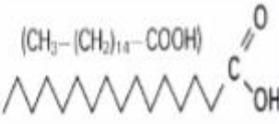
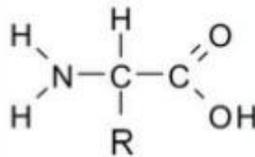
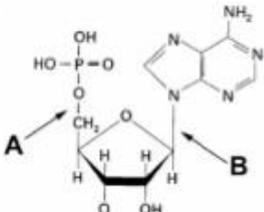


Fonte: <http://3m2estudodavida.blogspot.com.br/2013/05/origem-da-vida-terra-primitiva-estima.html>

### ➤ Informação 3

- **Aminoácidos e outras biomoléculas obtidas nos experimentos:**  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, aspartato e nucleotídeos presentes no DNA/RNA (uracila, guanina, citosina).
- **Apenas aminoácidos obtidos nos experimentos:**  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, ácido aspártico,  $\alpha$ -aminoácido-n-butírico.

Figura 3. Representação de biomoléculas.

CARBOHIDRATO	LÍPIDO	PROTEÍNA	AC. NUCLÉICO
			
			
Monosacárido	Ácido graso	Aminoácido	Grupo P + Base nitrogenada + Pentosa

Fonte: <https://es.slideshare.net/angiejuliana/biomolculas-26077552>

### ➤ Informação 4

- **Reações em estado sólido** – são ideais para a formação de polímeros. Ocorrem sob alta temperatura e pressão. Experimentos mostram que podem ser obtidos aminoácidos, hidrocarbonetos, ácido carboxílico, peptídeos/proteínas.
- **Reações em solução aquosa** – ocorrem em sistemas onde a temperatura da água não excede os 80 °C. Em experimentos foram obtidos peptídeos e proteínas.

➤ **Informação 5**

- **Fontes de energia endógenas** – atmosfera, vulcões, fontes hidrotermais, reações em estado sólido, reações em estado aquoso.
- **Fontes de energia exógenas** – meteoros, cometas, poeira interestelar, energia UV.

➤ **Informação 6**

- Em ambiente aquoso, com **temperaturas acima de 80 °C**, são consideradas reações em ambientes hidrotermais.
- Sistemas em que a **temperatura da água é menor do que 80 °C**, envolvendo ácido cianídrico (presente em cometas e vulcões), revelam grande variedade de biomoléculas produzidas nos experimentos.

➤ **Informação 7**

- **“Fumarolas negras”** são causadas pelo contato da água fria do mar com lava vulcânica, ou pela penetração da água no solo submarino que entra em contato com a câmara do magma, provocando a circulação da água.

Figura 5. Fumarola negra na fossa submarina das Ilhas Caimán.



Fonte: <https://universomarino.com/2010/04/21/fumarolas-negras-en-el-mar-caribe>

- A “Chaminé de Carbonato” é formada na região do oceano Atlântico próxima à dorsal mesoatlântica. Nessa hidrotermal, a água do mar não entra em contato com lava vulcânica e fica a vários quilômetros de distância do eixo principal de algum vulcão. Essa hidrotermal é formada devido à penetração de água fria do mar no solo submarino que é aquecida devido à profundidade ou mesmo algum tipo de reação exotérmica.

Figura 6. Chaminé de carbonato.



Fonte: Scientific American Brasil - Deborah S. Kelley, University of Washington IFE URI-IAO NOAA

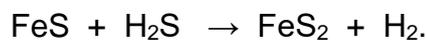
#### ➤ Informação 8

- No **mecanismo de Strecker** são necessários amônia ( $\text{NH}_3$ ), ácido cianídrico ( $\text{HCN}$ ) e aldeídos- $\text{R-C(O)H}$  ou cetonas- $\text{R-C(O)-R}$ ; no entanto, a amônia da atmosfera da Terra prebiótica pode ser decomposta por radiação UV e isso poderia ter sido um fator limitante para a síntese de aminoácidos.

- A síntese de aminoácidos ocorre via **mecanismo Bucherer-Bergs** utilizando ureia-(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, ácido cianídrico e aldeídos ou cetonas. O refluxo de cianeto de amônio (NH<sub>4</sub>CN) por alguns dias podia gerar até 0,50% de adenina, que é uma base nitrogenada do DNA/RNA. Diversos outros compostos foram sintetizados utilizando cianeto de amônio em diversas condições de reação, como purinas, pirimidinas e aminoácidos (principalmente glicina).

➤ **Informação 9**

- **Na quimiossíntese**, processo realizado por certas bactérias, a energia usada na produção de alimento vem de reações químicas inorgânicas, como por exemplo:



- **A fermentação** é um processo de obtenção de energia realizada sem a necessidade do gás oxigênio, como por exemplo:



➤ **Informação 10**

- **Panspermia balística (interplanetária)** - ocorre quando os fragmentos ocasionados por meio de impacto na superfície de planetas se tornam veículos de transferência para que o material biológico seja difundido de um planeta para outro, ambos no Sistema Solar.

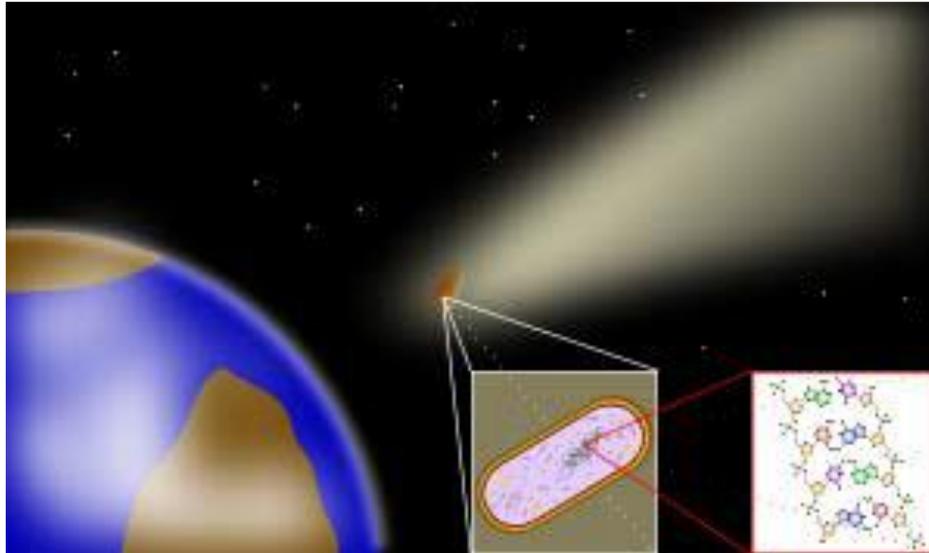
Figura 7. Ilustração artística do impacto de um asteroide lançando matéria no espaço.



Fonte: NASA/Don Davis

- **Lithopanspermia (interestelar)** - diz respeito às partículas expulsas da superfície de um dado planeta ou cometas servirem de veículo de transporte para o espalhamento de materiais biológicos de um sistema estelar para outro.

Figura 8. Ilustração de um cometa, transportando, hipoteticamente, uma forma de vida bacteriana pelo espaço para a Terra.



Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Panspermia>.

## BIBLIOGRAFIA

ASTROBIOLOGIA: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. -- São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. [livro eletrônico]

BRADLEY, A. S. As raízes mais profundas da vida. 5ª Edição. Scientific American Brasil, 2010. Fonte: <  
[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/as\\_raizes\\_mais\\_profundas\\_da\\_vida.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/as_raizes_mais_profundas_da_vida.html)>  
 Acesso em 03/04/2018.

DAMINELI, Augusto; DAMINELI, Daniel Santa Cruz. Origens da vida. Estudos Avançados, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 263-284, apr. 2007. Disponível em: <  
<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10222>>. Acesso em: 06 abril 2018.

LAZCANO, A. The Origins of Life. Natural History, p.36-41, Feb. 2006.

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.

SULIVAN III, W.T.; BAROSS, J.A. Planets and Life: The emerging Science of astrobiology. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.







### III. Resultados

O grupo deverá compilar os dados investigados na tabela abaixo e, em seguida, analisar estes dados para responder as questões propostas.

Utilize a tabela abaixo para compilar os dados referentes a cada astro.

Nome do Astro	Distância até sua estrela (Km)	Temperatura média (°C)	Força gravitacional (m/s <sup>2</sup> )	Características da atmosfera	Presença de água.
Terra	149.600.000	14	9,8	Pressão de 101,325 kPa, com uma altura de escala de 8,5 km. É composta por 78% nitrogênio e 21% oxigênio, traços de vapor de água, CO <sub>2</sub> e outros gases.	Possui água nos três estados físicos em ambiente natural.
Europa					
Gliese 667Cc					
Marte					
Titã					
Vênus					

**IV. Discussão**

Analise os dados apresentados e responda:

1. Qual (is) característica (s) de cada astro o qualifica a abrigar vida?

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Qual astro o seu grupo de pesquisa acredita ser possível abrigar vida e, portanto, deveria ser estudado melhor? Apresente seus argumentos.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Características como temperatura, atmosfera e água são importantes parâmetros utilizados na investigação de vida em outros corpos celestes. A presença de oxigênio na atmosfera deveria ser incluída nesses parâmetros? Justifique a sua resposta.

---

---

---

---

---

---

---

---

**V. Bibliografia**

SER PROTAGONISTA: biologia, 1o ano Ensino Médio. São Paulo: Edições SM, p. 60. 2013.

SULIVAN III, W.T.; BAROSS, J.A. Planets and Life: The emerging Science of astrobiology. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

## Anexo IV – Lâmina de imagens



Representação da Terra com o uso de dados do MODIS, DMSM, Ônibus Espacial *Endeavour* e Radarsat, que foram compilados por cientistas e artistas em 2007.

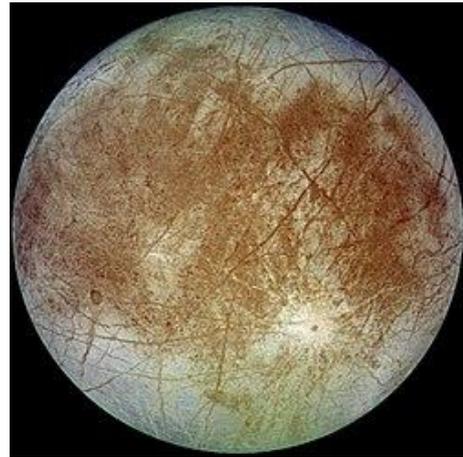
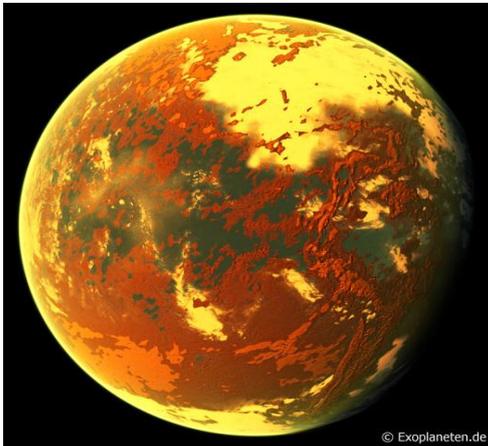


Imagem em cor verdadeira do satélite Europa obtida pela sonda espacial Galileo.



Arte de Gliese 667 Cc. Digital Art / 3-Dimensional Art / Scenes / Spacescapes©2016-2018 ChrisKlm



Planeta Marte  
Créditos: Solarsystemscope.com



Satélite Titã (FOTO: NASA)



Arte do planeta Vênus a partir de dados compilados e fotografia feita pela sonda *Mariner 10*.

## ANEXO V

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA PESQUISA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO DESTINADO AOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

**Título do projeto:** “TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA”.

Pesquisador responsável:

Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho. E-mail: fac01@terra.com.br / Telefones: 99422279

Corresponsável:

Magno Inácio dos Santos (Mestrando). E-mail: macicb@gmail.com /Telefone: 988108830

Seu (sua) filho (a), aluno (a) pelo (a) qual você é responsável, está sendo convidado (a) a participar em uma pesquisa que tem como objetivo conhecer como diferentes metodologias atuam no ensino e na aprendizagem de Biologia. Serão estudadas tanto as situações planejadas pelo estudante de Mestrado e professor Magno Inácio dos Santos, como as que ocorrerem de forma espontânea. Os resultados deste trabalho poderão fornecer novos conhecimentos para que professores de ciências/biologia possam melhorar suas atividades em sala de aula, contribuindo para a aprendizagem dos estudantes e para a formação de outros professores.

Se você concordar que seu (sua) filho (a), aluno (a) pelo (a) qual você é responsável participe deste estudo, os pesquisadores irão guardar cópias de algumas atividades desenvolvidas nas aulas de Biologia, que serão examinadas no futuro (nível I de participação na pesquisa).

Além disso, quatro outros níveis de participação são possíveis. O nível II que envolve observação das aulas de Biologia, o nível III que está relacionado à gravação em áudio, o nível IV relacionado à filmagem das atividades realizadas em aulas e o nível V que é a participação em entrevistas.

Você pode fazer perguntas sobre a pesquisa a qualquer momento e tais questões serão respondidas.

**Este estudo envolve riscos mínimos (conforme Res.466/12 não existe pesquisa sem riscos), ou seja, o risco à saúde mental ou física do seu (sua) filho (a), será similar àquele que encontrado normalmente no dia-a-dia escolar, como desconforto em responder perguntas, medo, vergonha, estresse ou cansaço, de modo que a pesquisa não introduz periculosidade à vida do seu (sua) filho (a). Para tanto, no sentido de minimizar as alterações que possam ocorrer na sala de aula, não será necessário fazer nenhuma atividade além daquelas que já fazem parte da sua rotina escolar. O objetivo é estudar as relações entre estudante e professor tais como elas são, sem produção de julgamentos, que definiriam uma pessoa e sua ação como má ou boa.**

A pesquisa não deverá incomodar nem gerar constrangimentos. Caso haja algum desconforto, comunique aos pesquisadores, para que minimização do distúrbio, pois a pesquisa não deve atrapalhar a dinâmica normal da aula.

A participação seu (sua) filho (a), aluno (a) pelo (a) qual você é responsável é confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso a identidade dele (a). No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada. Os pesquisadores tratarão a identidade do seu (sua) filho (a) com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Este estudo envolverá gravação de áudio e vídeo. Apenas os pesquisadores terão acesso a estes registros. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos.

Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (ou até 10 (dez) anos) na sala 1633 da Faculdade de Educação da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

O participante não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação. Ainda, caso sejam identificados e comprovados danos graves provenientes desta pesquisa, você terá assegurado o direito à indenização.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do responsável pelo participante: \_\_\_\_\_

O participante é livre para deixar de participar na pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição associada ao desempenho dele na escola. Para tanto, nenhum funcionário da escola, incluindo coordenadoras, diretor e vice-diretor terão conhecimento sobre quais estudantes se recusaram a participar do estudo, evitando qualquer possível implicação para sua avaliação na disciplina.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no ANT-Lab (Sala 1633 - FAE/UFMG), e a outra será fornecida a você.

O professor e estudante de mestrado Magno Inácio dos Santos (ICB/UFMG) e o orientador e coordenador do projeto, Professor Dr. Francisco Ângelo Coutinho (FaE- UFMG) solicitam a minha autorização para a participação de meu (minha) filho (a), aluno (a) pelo (a) qual sou responsável, neste estudo intitulado "**Temas atuais no ensino de biologia: abordando a Astrobiologia no contexto da Origem da Vida**", e eu concordo, após entrar em consenso com meu (minha) filho (a) ou aluno (a) pelo (a) qual sou responsável, que ele (a) participe desta investigação nos níveis indicados a seguir:

- Nível I (utilização de atividades feitas em aulas de ciências)
- Nível II (observação das aulas de ciências)
- Nível III (gravação em áudio das interações em sala de aula)
- Nível IV (filmagem de interações em sala de aula)
- Nível V (entrevistas)

Declaro que concordo que meu (minha) filho (a), aluno (a) pelo (a) qual sou responsável, participe desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

---

Nome completo do participante

---

Nome completo do responsável pelo participante

Data

---

Assinatura do responsável pelo participante

**Nome completo do Pesquisador Responsável: Dr. Francisco Ângelo Coutinho**

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627. Faculdade de Educação - Sala 1633.

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 99422279 E-mail: fac01@terra.com.br

---

Assinatura do pesquisador responsável

Data

**Nome completo do Pesquisador: Magno Inácio dos Santos**

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627. Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFMG).

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 988108830 E-mail: macicb@gmail.com

---

Assinatura do pesquisador (mestrando)

Data

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.**

**Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.**

**E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.**

## ANEXO VI

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) PARA PESQUISA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO DESTINADO A ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

**Título do projeto:** “TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA”.

Pesquisador responsável:

Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho. E-mail: fac01@terra.com.br / Telefone: 99422279

Corresponsável:

Magno Inácio dos Santos (Mestrando). E-mail: macicb@gmail.com /Telefone: 988108830

Você está sendo convidado (a) a participar em uma pesquisa que tem como objetivo conhecer como diferentes metodologias atuam no ensino e na aprendizagem de Biologia. Serão estudadas tanto as situações planejadas pelo estudante de Mestrado e professor Magno Inácio dos Santos, como as que ocorrerem de forma espontânea. Os resultados deste trabalho poderão fornecer novos conhecimentos para que professores de ciências/biologia possam melhorar suas atividades em sala de aula, contribuindo para a aprendizagem dos estudantes e para a formação de outros professores.

Se você concordar, poderá participar da pesquisa em qualquer dos cinco níveis seguintes:

- Nível I de participação: permite que os pesquisadores guardem cópias de algumas atividades que você fizer nas aulas de Biologia para estudá-las depois.
- Nível II de participação: permite que os pesquisadores observem as aulas de Biologia.
- Nível III de participação: permite que os pesquisadores gravem em áudio as atividades realizadas em aulas de Biologia.
- Nível IV de participação: permite que os pesquisadores filmem as atividades realizadas em aulas de Biologia.
- Nível V de participação: permite a realização de entrevista.

Você pode fazer perguntas sobre a pesquisa a qualquer momento e tais questões serão respondidas.

**Este estudo envolve riscos mínimos (conforme Res.466/12 não existe pesquisa sem riscos), ou seja, o risco à sua saúde mental ou física será similar àquele que você encontra normalmente em seu dia-a-dia escolar, como desconforto em responder perguntas, medo, vergonha, estresse ou cansaço, de modo que a pesquisa não introduz periculosidade à sua vida. Para tanto, no sentido de minimizar as alterações na sala de aula, não será necessário fazer nenhuma atividade além daquelas que já são parte da sua rotina. A pesquisa não tem interesse em avaliar seu desempenho. O objetivo é estudar as relações entre estudante e professor tais como elas são, sem produção de julgamentos, que definiriam uma pessoa e sua ação como má ou boa.**

A pesquisa não deverá incomodar nem gerar constrangimentos. Caso haja algum desconforto, comunique aos pesquisadores, para que minimização do distúrbio, pois a pesquisa não deve atrapalhar a dinâmica normal da aula.

A sua participação é confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso a sua identidade. No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Este estudo envolverá gravação de áudio e vídeo. Apenas os pesquisadores terão acesso a estes registros. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos.

Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (ou até 10 (dez) anos) na sala 1633 da Faculdade de Educação da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

O participante não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação. Ainda, caso sejam identificados e comprovados danos graves provenientes desta pesquisa, você terá assegurado o direito à indenização.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_

Sua participação é voluntária. Você é livre para deixar de participar na pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no ANT-Lab (Sala 1633 - FAE/UFMG), e a outra será fornecida a você.

O professor e estudante de mestrado Magno Inácio dos Santos (ICB/UFMG) e o orientador e coordenador do projeto, Professor Dr. Francisco Ângelo Coutinho (FaE- UFMG) solicitam a minha autorização para a participação neste estudo intitulado **“Temas atuais no ensino de biologia: abordando a Astrobiologia no contexto da Origem da Vida”**, e eu, voluntariamente, aceito participar desta pesquisa nos níveis indicados a seguir:

- Nível I (utilização de atividades feitas em aulas de ciências)
- Nível II (observação das aulas de ciências)
- Nível III (gravação em áudio das interações em sala de aula)
- Nível IV (filmagem de interações em sala de aula)
- Nível V (entrevistas)

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de assentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

---

Nome completo do participante

Data

---

Assinatura do participante

**Nome completo do Pesquisador Responsável: Dr. Francisco Ângelo Coutinho**

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627. Faculdade de Educação - Sala 1633.

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 99422279 E-mail: fac01@terra.com.br

---

Assinatura do pesquisador responsável

Data

**Nome completo do Pesquisador: Magno Inácio dos Santos**

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627. Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFMG).

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 988108830 E-mail: macicb@gmail.com

---

Assinatura do pesquisador (mestrando)

Data

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.**

**Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.**

**E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.**



## ANEXO VII



Escola Estadual Maria Andrade Resende  
Rua Renato Fantoni, 51 – Enseada das Garças- Belo Horizonte – MG

\_\_\_\_\_ local \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_\_.

Ao  
Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Minas Gerais – COEP/UFMG  
A/c. Prof.a Vivian Resende  
**Coordenadora do COEP/UFMG**

### **Autorização para realização de pesquisa**

Eu, Osmar Eustáquio Neves, diretor da Escola Estadual Maria Andrade Resende, venho por meio desta informar a V. Sa. que autorizo o pesquisador Magno Inácio dos Santos, aluno do curso de Mestrado em Educação do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, a realizar/desenvolver a pesquisa intitulada “TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA”, sob orientação do Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como *instituição coparticipante* do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

---

Assinatura e carimbo do responsável institucional

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** TEMAS ATUAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: ABORDANDO A ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DA ORIGEM DA VIDA.

**Pesquisador:** Francisco Ângelo Coutinho

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 96311918.4.0000.5149

**Instituição Proponente:** Faculdade de Educação/UFMG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.980.399

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um trabalho que utilizará duas sequências didáticas com o tema "Origem da vida" em uma turma de estudantes do primeiro ano do ensino médio ao longo de um semestre. Para isso, serão realizadas atividades que abordam questões sociocientíficas, com o objetivo dos alunos questionarem e discutirem hipóteses para o surgimento da vida, na temática da Astrobiologia.

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar as consequências da introdução de duas sequências didáticas sobre a "Origem da Vida" à luz das pesquisas em Astrobiologia, em aulas de Biologia do Ensino Médio. Além disso, a pesquisa visa inserir a Astrobiologia como tema na abordagem do conteúdo Origem da Vida; discutir a Origem da vida à luz de novas descobertas científicas; contribuir a aplicação da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) na educação em ciências.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos são mínimos (conforme Res.466/12 não existe pesquisa sem riscos), correspondendo àqueles similares do que acontecem normalmente no dia-a-dia escolar do aluno. Os benefícios do projeto estão relacionados em elaborar melhores estratégias para o desempenho do professor, otimizando as estratégias ensino-aprendizagem.

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad Sl 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 2.980.399

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A proposta apresentada pode contribuir para o melhor desempenho do professor em sala de aula e facilitar o processo ensino-aprendizagem da Biologia.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O pesquisador principal corrigiu todas as pendências notificadas pelo Comitê de Ética.

- 1) Fez a adequação do documento destinado aos menores (TALE);
- 2) Acrescentou a anuência da instituição (Escola Estadual Maria Andrade Resende);
- 3) Detalhou os riscos, desconfortos ou constrangimentos no TCLE.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Com base nas modificações realizadas após solicitações do Comitê de Ética, sou a favor da aprovação do projeto de pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1179629.pdf	20/08/2018 15:58:59		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	NovoTCLEanuenciadoresresponsavel.pdf	20/08/2018 15:49:09	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuenciainstituicaocoparticipante.pdf	20/08/2018 15:48:43	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	AssentimentodoestudanteTALE.pdf	20/08/2018 15:46:04	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito
Outros	respostapendenciasCOEP.pdf	20/08/2018 15:45:36	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 2.980.399

Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	20/08/2018 13:02:11	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetodepesquisa.pdf	17/07/2018 17:30:06	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito
Parecer Anterior	parecer.pdf	17/07/2018 17:13:58	Francisco Ângelo Coutinho	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 24 de Outubro de 2018

---

Assinado por:

**Eliane Cristina de Freitas Rocha**  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br