

ANDRÉA KARLA DA COSTA BRANDÃO

**PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA POR PROFESSORES
DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UM
GUIA DIDÁTICO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JOÃO PESSOA

2023

ANDRÉA KARLA DA COSTA BRANDÃO

**PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA POR PROFESSORES
DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UM
GUIA DIDÁTICO**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria de Fátima Camarotti

JOÃO PESSOA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B817p Brandão, Andréa Karla da Costa.

Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um guia didático / Andréa Karla da Costa Brandão. - João Pessoa, 2023.

82 p. : il.

Orientação: Maria de Fátima Camarotti.

TCC (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas)
- UFPB/CCEN.

1. Ensino de astrobiologia. 2. Práticas docentes. 3. Guia didático. I. Camarotti, Maria de Fátima. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

ANDRÉA KARLA DA COSTA BRANDÃO

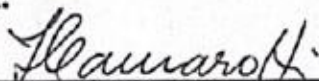
**PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA POR PROFESSORES
DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UM
GUIA DIDÁTICO**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências Biológicas,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciada em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba.

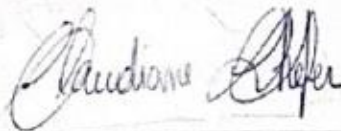
Data: 16 de junho de 2023

Resultado: Aprovada

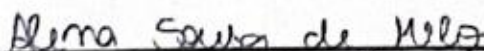
BANCA EXAMINADORA:



Profª Drª Maria de Fátima Camarotti - DME/CE/UFPB
Orientadora



Ma. Claudiane Chefer - PGECM/UEM
Membro avaliador



Ma. Alena Sousa de Melo – Professora na SEE/PB, Servidora na UEPB
Membro avaliador

Profª Drª Eliete Lima de Paula Zárate - DSE/CCEN/UFPB
Membro Suplente

O universo não foi feito à medida do ser humano, mas tampouco lhe é adverso: é-lhe indiferente.

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

À minha família, principalmente minha mãe Verônica e minha irmã Nicole, que a mim, são abrigo.

À Maria Heloisa, pelo afeto único, pelo incentivo, pelas partilhas diárias e por ter se tornado *A minha dupla*. Você tem todo o meu carinho e admiração!

Aos meus (bio)amigos Thiago Queiroz, Hellen Uchôa, Michael Douglas, Iranilda Abrantes e Glauciane Andrade, por todo o apoio, pelos momentos de descontração e as desconstruções, e a aos amigos da época da escola que ainda cultivo.

À minha orientadora Maria de Fátima Camarotti, por toda a paciência, comprometimento, ensinamentos, por ter confiado em mim e aceitado contribuir com a construção deste trabalho, e por ser alguém que admiro e que se tornou uma inspiração.

À banca examinadora, Claudiane Chefer e Alena Sousa de Melo, por terem aceitado o convite de fazer parte deste momento na minha vida acadêmica e toda as contribuições fornecidas a este projeto, e à querida professora Eliete, por ter aceitado ser suplente e, principalmente, pelas orientações e todo o apoio durante o Programa de Tutoria.

Aos professores que fizeram parte da minha jornada ao longo desta graduação, em especial os professores Marsílvio Gonçalves e Rivete Lima, dos principais projetos dos quais fiz parte. Gratidão!

Aos colegas de curso e, principalmente, aos dos projetos que participei ao longo desses anos.

Aos professores que se disponibilizaram a participar desta pesquisa e a contribuir para a construção deste trabalho.

À UFPB por todas as oportunidades das quais pude vivenciar, por ser espaço de construção e o local em que concluo esta etapa importante!

RESUMO

Astrobiologia é uma área que trata de questões sobre a origem, distribuição, evolução da vida e as possíveis perspectivas para a expansão da vida em outros planetas. Assim, é um campo de investigação que possibilita uma visão integrada do mundo, a partir das considerações sobre as manifestações da vida em um contexto cósmico, enquanto algo que se mostra estimulante ao ensino de Biologia, mas que ainda é pouco conhecido por profissionais da educação. Através do presente trabalho, buscou-se analisar as perspectivas de seis professores de Biologia de três escolas de João Pessoa-PB para articular as premissas entre as práticas docentes e os aportes teóricos possíveis de favorecer a inserção de abordagem da Astrobiologia no Ensino de Biologia, através do desenvolvimento de um Guia Didático. Para tanto, o trabalho assumiu um caráter baseado nos pressupostos teórico-metodológicos da pesquisa qualitativa e bibliográfica, para diagnosticar publicações que tratam da articulação entre a temática da Astrobiologia e a Educação, com foco para o ensino de Biologia. Além disso, a entrevista estruturada foi adotada para a coleta de dados e contou com registros transcritos a partir de gravação direta e posterior análise através do método de Análise Textual-Discursiva (ATD). A partir disso, por meio dos resultados foi possível pontuar aspectos sobre as práticas docentes e constatar que os professores possuem pouco ou nenhum conhecimento acerca da temática, ao que alguns justificaram ser devido à ausência de abordagem na formação inicial. Ademais, demonstraram regularidade na realização de práticas interdisciplinares, ainda que de forma separada de outros professores, evidenciaram que se atualizam com relação às práticas de ensino através de meios diversos e também variam nos materiais didáticos que utilizam, os quais são reconhecidos como recursos auxiliares que facilitam o processo de ensino e aprendizagem, que fornecem um direcionamento às práticas realizadas em sala de aula e afastam a Biologia do caráter abstrato que ela pode possuir. De modo geral, os participantes apresentaram interesse em conhecer a respeito da Astrobiologia, para abordá-la em suas aulas, principalmente com auxílio de um guia didático. Este guia foi desenvolvido a partir das quatro sequências didáticas elaboradas, interligando conteúdos próprios da Biologia aos apontamentos da Astrobiologia. Dessa forma, concluiu-se que a Astrobiologia pode ser uma proposta potencializadora para ser trabalhada a partir do viés interdisciplinar a qual se propõe quando pensada para o ensino de Biologia, o que promove a mobilização de saberes e o estímulo à prática de professores e estudantes.

Palavras-chave: ensino de astrobiologia; práticas docentes; guia didático.

ABSTRACT

Astrobiology is a field that deals with questions about the origin, distribution, evolution of life and the possible prospects for the expansion of life on other planets. Thus, it is a field of investigation that enables an integrated view of the world, based on considerations about the manifestations of life in a cosmic context, as something that proves to be stimulating for the teaching of Biology, but which is still little known by education professionals. The present work seeks to analyze the perspectives of six Biology teachers from three schools in João Pessoa-PB to articulate the assumptions between teaching practices and possible theoretical contributions to favor the insertion of an approach to the theme Astrobiology in Biology Teaching, through the development of a Didactic Guide. Therefore, the work assumed a character based on the theoretical-methodological assumptions of qualitative and bibliographical research, to diagnose publications that deal with the articulation between the theme and Education, with a focus on the teaching of Biology. In addition, a structured interview was adopted for data collection, which included records transcribed from direct recording and subsequent analysis through the Textual-Discourse Analysis (TDA) method. From this, the results allowed us to point out aspects about teaching practices and to find that teachers have little or no knowledge about the subject, which some justified to be due to the lack of approach in initial training. In addition, they demonstrated frequency in carrying out interdisciplinary practices, although separately from other teachers, they showed that they are updated with regard to teaching practices through different means and also vary in the didactic materials they use, which are recognized as auxiliary resources that they facilitate the teaching and learning process, which provide direction to practices carried out in the classroom and distance Biology from the abstract character that it can have. In general, the participants were interested in knowing about Astrobiology, in order to address it in their classes, mainly with the help of a didactic guide. This guide was developed from the four elaborated didactic sequences, interconnecting Biology contents to Astrobiology notes. In this way, the research concluded that Astrobiology can be a potentiating proposal to be worked on from the interdisciplinary bias which it proposes when designed for Biology teaching, which promotes the mobilization of knowledge and the stimulus to the practice of teachers and students.

Keywords: astrobiology teaching; teaching practices; didactic guide.

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1 – Desenho esquemático para delimitação do tema deste projeto.....	16
Figura 2 – Livro “Astrobiology Lesson Plan Collection”.....	30
Figura 3 – Livro “Astrobiology: An Integrated Science Approach”.....	31
Figura 4 – Materiais educativos disponíveis em Astrobiology at NASA.....	31
Figura 5 – Livros de destaque para difusão da Astrobiologia no Brasil.....	32
Figura 6 – Guia de atividades sobre Astrobiologia produzido pela NASA para professores.....	33
Figura 7 – Nuvem de palavras referente aos materiais didáticos utilizados pelos seis participantes.....	54
Figura 8 – Etapas do Arco de Maguerez.....	70

LISTA DE TABELAS E QUADROS

	Págs.
Quadro 1 – Temas estruturantes da Biologia à luz da Astrobiologia.....	26
Quadro 2 – Questionário referente a entrevista estruturada com os seis participantes da pesquisa das três escolas.....	38
Quadro 3 – Formação inicial e tempo de docência na Educação Básica dos seis participantes da pesquisa das três escolas.....	42
Quadro 5 – Atualização em relação às práticas de ensino e produções científicas pelos seis participantes da pesquisa das três escolas.....	42
Quadro 5 – Atualização em relação às práticas de ensino e produções científicas pelos seis participantes da pesquisa das três escolas.....	49
Quadro 7 – Relação dos seis participantes da pesquisa das três escolas que possuem conhecimento sobre a Astrobiologia.....	55
Quadro 8 – Relação dos seis participantes da pesquisa das três escolas que já trabalharam com a temática da Astrobiologia e a abordagem que utilizou.....	58
Quadro 9 – Exemplos de tópicos específicos das pesquisas em Astrobiologia.....	59
Quadro 10 – Relação dos seis participantes da pesquisa das três escolas que conseguem ou não articular assuntos específicos da Biologia com as questões da Astrobiologia.....	60
Quadro 11 – Sequência didática I sobre “Papéis e potenciais dos microrganismos procariontes”.....	63
Quadro 12 – Sequência didática II sobre “Compreensões sobre o que a vida representa”.....	66
Quadro 13 – Sequência didática III sobre “Astrobiologia e Bioética”.....	70
Quadro 14 – Sequência Didática IV sobre “Astrobotânica”.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NASA	Agência Espacial Norte-Americana
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TERC	Centro de Pesquisa em Educação Técnica
HQs	Histórias em Quadrinhos
ATD	Análise Textual Discursiva
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CAAE	Centro de Ciências Aplicadas e Educação
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	13
2 INTRODUÇÃO.....	15
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo Geral.....	19
3.2 Objetivos Específicos.....	19
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
4.1 Contextualizando a Astrobiologia.....	20
4.2 Astrobiologia na Educação: aportes para uma transposição didática.....	22
4.3 Base Nacional Comum Curricular, a Astrobiologia e o Ensino de Biologia.....	25
4.4 Recursos didáticos para o ensino de Astrobiologia.....	28
4.5 Formação inicial de professores e a Astrobiologia.....	34
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
5.1 Tipo de Pesquisa.....	37
5.2 Técnicas de coleta e análise de dados.....	38
5.2 Procedimentos metodológicos.....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
6.1 Análise das Percepções dos Professores.....	40
6.1.1 Trajetórias e Práticas Docentes.....	40
6.1.2 Percepções e articulações de professores sobre a Astrobiologia.....	53
6.2 Guia Didático para o ensino de Astrobiologia.....	61
6.2.1 Elaboração de Sequências didáticas.....	61
6.2.1.1 Sequência Didática I.....	62
6.2.1.2 Sequência Didática II.....	65
6.2.1.3 Sequência Didática III.....	67
6.2.1.4 Sequência Didática IV.....	71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS.....	76
ANEXOS.....	82

1 APRESENTAÇÃO

Iniciei o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas carregada por um sentimento de confusão e medo, considerando que a modalidade pela qual decidi optar, à princípio, havia sido o bacharelado, por não sentir que ser professora era algo para mim. Porém, acabei entrando na licenciatura e primeiro semestre do curso, lembro-me de uma discussão sobre “o papel do(a) professor(a)” levantada no primeiro dia de aula, em que a professora de Zoologia direcionou a mim a seguinte pergunta “*E você, por que escolheu ser professora?*”. Penso que ela selecionou a pessoa mais insegura da sala para responder, e não errou. Na hora senti a aflição, e a pergunta causou uma ansiedade elevada em mim, mas nada que conduzisse a uma resposta falsa para que eu conseguisse disfarçar toda aquela sensação, então fui sincera e respondi “*Não sei*”.

O início da graduação foi um momento de desconstrução, ressignificação e amadurecimento. Na universidade o sistema funciona diferente, as pessoas com quem você convive possuem estilos de vida e perspectivas muito singulares, além de possuírem outras prioridades e proporcionar a você discussões antes inimagináveis. Ao longo dessa trajetória de formação inicial, resolvi que deveria aproveitar toda oportunidade para descobrir com o que teria uma identificação maior, pois conseguiria adquirir conhecimentos e habilidades que estariam proporcionando um crescimento profissional e pessoal. Assim, participei de todos os projetos que consegui: Iniciação Científica, Monitoria, Tutoria, PROBEX, PROLICEN, Pibid e Residência Pedagógica, e todas as oportunidades foram experiências enriquecedoras.

A licenciatura em Ciências Biológicas é uma jornada ampla, e como eu a conduzi, estudar as manifestações da vida e as questões acaloradas da educação tornou-se algo fascinante sob qualquer contexto, seja biológico, cultural, social, político e/ou histórico. Em etapa final de conclusão de curso, é um consenso pessoal reconhecer o quanto consegui me identificar no *fazer docente* que venho fazendo, algo enfatizado principalmente através da experiência no último projeto mencionado. Além disso, reforcei algo que já sabia sobre mim mesma: trabalhos de planejamento, organização e preparação, são exercícios práticos que trazem um estímulo pessoal para mim.

Assim, identificar isso conduziu-me a uma linha de raciocínio para a proposição deste trabalho, alinhado a uma das temáticas que conseguiu instigar o meu interesse ao longo de todo o curso desde que eu soube a respeito, que é a Astrobiologia. Isto é, esse trabalho se baseia em 1) autorreflexão indireta, por pensar que entender a si mesma em seu processo formativo, em reflexo à experiência de outros profissionais com variadas bagagens, pode fornecer um amadurecimento com relação ao que você desenvolve e/ou pretende desenvolver; 2) compreensões acerca da prática docente, interpretadas para ampliar o ponto anterior; 3) produção de um material didático, por identificar a importância desse recurso como um instrumento de auxílio no processo educativo e pelo gosto de estar construindo materiais desse cunho, principalmente se atrelado ao enfoque das questões da Astrobiologia.

Atentando-se a maiores detalhes, o trabalho desenvolvido está estruturado em, inicialmente, refletir sobre questões que envolvem entender a atuação de professores de Biologia e, possivelmente, aspectos das suas formações. Assim, questionei-me sobre as práticas interdisciplinares que são desenvolvidas pelos professores, com vistas a sugerir que a Astrobiologia pode ser uma temática ainda mais flexível para professores que já desenvolvem suas atividades de uma forma interdisciplinar; sobre o envolvimento desses professores com situações que os permitem estar se atualizando, seja através dos eventos científicos, como congressos e simpósios, ou através de fontes encontradas na internet, como Youtube ou canais de conhecimento científicos, por exemplo, além de questionamentos sobre a utilização de materiais didáticos os quais são preferência para suas práticas, e outros apontamentos.

Dessa forma, o trabalho foi desenvolvido a partir das percepções de professores de Biologia e da elaboração sequências didáticas (SD) para, de fato, fundamentarem a intenção de inserir a Astrobiologia em aulas das séries do Ensino Médio. Com isso, as propostas possibilitaram a construção de um guia didático sobre o ensino de Astrobiologia.

2 INTRODUÇÃO

Enquanto ciência emergente, a Astrobiologia surge como um campo que inquieta indivíduos de diversas áreas do conhecimento devido a sua pluralidade, mesclando saberes da física, biologia, astronomia, química, geografia, filosofia e diversas outras que conseguirem “se enquadrar na colaboração mútua para a compreensão da vida num contexto cósmico” (Silva, 2018, p. 21), pois é “na realidade, uma 'metadisciplina' usando toda ciência útil, onde ela puder ser encontrada” (Galante *et al.*, 2016).

Em sua linha de pesquisa, até pouco tempo o termo Astrobiologia era discernido com “uma impressão geral de campo de pesquisa de nicho nas fronteiras da ciência, *confiando fortemente em análises e especulações teóricas*, em vez de evidências experimentais sólidas” (D'ischia *et al.*, 2019, p.2, grifo nosso - tradução nossa). Assim, antes era visto como um campo do conhecimento consolidado apenas com pesquisas teóricas e embasamentos sem comprovações empíricas.

Atualmente, vem sendo crescente estas pesquisas, sendo elas baseadas em evidências empíricas a partir de experimentos realizados por pesquisadores ao redor do mundo. Inclusive, um exemplo é a pesquisadora brasileira Amanda Bendia, que traz contribuições para as pesquisas astrobiológicas por buscar entender mais sobre ambientes extremos e microrganismos extremófilos, como as arqueias metagenômicas, que “exibem uma aplicação importante para a Astrobiologia” (Bendia, 2016, p. 90) e potencializam “a compreensão dos limites da vida dentro do nosso planeta” (Ibid., p. 35).

Trazendo para o contexto educativo, a Astrobiologia é instigante e potencial estimuladora por trazer uma visão interplanetária que levanta questionamentos acerca do Universo e de nós mesmos. Além disso, “sendo [...] também interdisciplinar, sua inserção no contexto educacional pode ser mais uma opção para a melhoria do ensino de Ciências” (Silva, 2018, p. 20), pois como afirmam Rodrigues e Carrapiço (2005, p. 1), “lidar com um problema, para o qual existem várias abordagens, pode levar a uma adequada reflexão crítica sobre a natureza da ciência e suas inter-relações com outras áreas do conhecimento” promovendo uma formação cidadã integrada, que Des Marais e Walter (1999, p. 399) complementam dizendo:

A astrobiologia fortalece os vínculos entre ciência, tecnologia e humanidades, criando uma visão integrada de nosso mundo que será benéfica para ajudar a definir os papéis que as gerações futuras desempenharão como administradores de nosso ambiente global e seus recursos (DES MARAIS; WALTER, 1999, p. 399, tradução nossa).

O ensino de Astrobiologia nas aulas de Biologia através da inserção da temática nos conteúdos curriculares é uma proposta trazida por diversos autores, como por exemplo, Rodrigues e Carrapiço (2005), que apresentam uma proposta curricular de Astrobiologia para ser integrada em escolas secundárias de Portugal, e Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020) que investigam assuntos astrobiológicos que possam ser utilizados em sala de aula de maneira integrada ao currículo de biologia proposto nas escolas brasileiras. São trabalhos que exibem a amplitude e potencialidade que a temática possui, exemplificando como esta pode ser facilmente trabalhada em assuntos como a interação entre os organismos vivos, a diversidade, origem e evolução da vida; questões éticas de manipulação genética, dentre vários outros.

A incorporação da Astrobiologia nos currículos do Ensino Médio existe como uma premissa de sucesso que, contudo, lida com obstáculos por estar começando a ser inserida nos programas curriculares propostos pelos “documentos que norteiam a educação brasileira, quais sejam: as Diretrizes Curriculares Nacionais, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular” (Sousa, 2020, p. 17), direcionando a passos lentos a ideia promissora de aplicação. Os documentos oficiais, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), servem para nortear o diálogo entre professor e escola sobre a prática docente (BRASIL, 2000).

Xavier *et al.* (2015) traz que os docentes priorizam basear as suas aulas em livros didáticos que conseguem possibilitar um maior direcionamento mais específico ao professor. A utilização dos materiais didáticos, como os Livros e Guias para professores, possibilitam trabalhar na contramão às dificuldades enfrentadas pelo ensino de Biologia, que é pautado por conceitos e mecanismos complexos que desestimulam os estudantes por trazer assuntos de uma forma densa, o que transforma o processo de ensino em a desinteressante, além de desarticulado e sem contextualizações ou associações com a realidade.

Diante disso, o auxílio dos guias didáticos faz-se comum, por funcionar como material de apoio e orientação, sendo um mediador entre o conhecimento e os agentes envolvidos no processo de aprendizagem. Esses guias, semelhantes aos livros, articulam os conhecimentos que são transpostos no processo educativo e, por isso, são caracterizados como uma “ferramenta de ensino-aprendizagem e suporte para a organização do currículo na maioria das instituições” (Xavier; Freire; Moraes, 2006, p. 276), cuja importância é unânime.

A utilização de um guia de trabalho, segundo Moraes (2019), permite a realização de atividades mais direcionadas pelo professor de modo que isso evite uma dispersão do

conteúdo sendo ministrado, trazendo contextualizações, além de propostas atualizadas, que são pensadas e planejadas buscando uma finalidade previamente determinada.

Dito isso, a abordagem da Transposição Didática, um "trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino" (Chevallard, 2005, p. 45) surge como uma alternativa possível para se agregar a essa elaboração de Guias Didáticos, reconhecendo que neste recurso o conhecimento seja transformado de modo que não haja uma desarticulação entre “os elementos do conhecimento produzido e do conhecimento a ser aprendido” evitando assim “uma ruptura entre o conhecimento trabalhado na escola e aquele produzido originalmente” (Polidoro; Stigar, 2000, p. 4).

Através da abordagem da transposição, os saberes são adequados a uma linguagem capaz de alcançar os estudantes, sem que haja uma desarticulação com a coerência científica intrínseca ao conteúdo. Para além disso, cabe também ao professor “dar significado aos conteúdos de modo que permita a compreensão do aluno, possibilitando que contextualiza tal aprendizado no seu cotidiano” (Freitas, 2020, p. 1) e, ainda:

Embora o espaço escolar, na maioria das vezes, priorize apenas o conteúdo das disciplinas existentes no currículo, em sua prática, o professor tem certa liberdade para inserir dentro das temáticas transversais, contidas nos documentos do MEC, a contextualização local ou de temas que possam tornar mais atraente de alguma forma aquela aula para os alunos (SILVA, 2018, p. 40).

Nessa perspectiva, é possível compreender que o espaço escolar é palco para a transformação do conhecimento e troca de saberes, com o pensar coletivo refletindo sobre a realidade em que cada indivíduo está inserido, pois “na escola [...] o aluno descobre meios para seguir sua vida, tornando-se assim, um sujeito capaz de fazer perguntas e partir em busca de respostas, expressando sua opinião e exercendo de forma cidadã seu papel na sociedade” (Soares; Mauer; Kortmann, 2013, p. 52).

Assim, os apontamentos a nível cósmico, como os trazidos pelas questões astrobiológicas, são tão relevantes quanto às reflexões e discussões sobre contextos do cotidiano na Terra. Embora sejam poucos os trabalhos sobre a astrobiologia e o ensino de ciências desenvolvidos no Brasil (Silva; Zandavalli; Queirós, 2021, p. 6), essa aplicabilidade de contextualização de saberes entre Astrobiologia e Ensino de Biologia induz a tendência de que os autores possam reconhecer cada vez mais a temática, trazendo em suas práticas docentes essa articulação através de diferentes abordagens.

Diante disso, este trabalho surge a partir da problemática *“Como a elaboração de um guia didático com propostas de atividades e sequências didáticas baseadas na temática da*

Astrobiologia direcionando aos conteúdos da disciplina Biologia pré-estabelecidos para o Ensino Médio podem orientar os professores para a inserção da temática em sala de aula?”. A proposta segue com uma premissa de apropriação das potencialidades trazidas por trabalhos *a priori* já publicados por outros autores, como Rodrigues e Carrapiço (2005), Silva (2015) e Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020), utilizando-os como referencial teórico, uma vez que esses autores propõem a integração da Astrobiologia ao currículo escolar. Além disso, também parte do aproveitamento do potencial levantado pelos autores Silva, Zandavalli e Queirós (2021) que concluíram que o foco das publicações tratando da Astrobiologia, até então, vem deixando de lado os saberes docentes dos professores e suas necessidades formativas.

Assim, o presente trabalho se destinará especificamente a uma articulação entre a Astrobiologia e o Ensino de Biologia, a partir do contexto de formação e atuação de professores de Biologia, como é possível visualizar através do esquema (**Figura 1**) construído para apontar o desenvolvimento deste trabalho. Além do mais, partirá das seguintes hipóteses: 1) A astrobiologia possui uma articulação natural com os assuntos da Biologia a ponto de proporcionar reflexões críticas ao indivíduo sobre si mesmo, o Universo e além; e 2) um guia didático com aportes teóricos, além de sugestões metodológicas práticas, é capaz fornecer orientações cabíveis a articulação do ensino de Biologia com a Astrobiologia;

Figura 1 - Desenho esquemático para delimitação do tema deste projeto



Fonte: Dados originais da pesquisa, 2023.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar as perspectivas levantadas por professores de Biologia das três séries do Ensino Médio em três Escolas Estaduais de João Pessoa - PB que fundamentam a produção de um Guia Didático que orienta a abordagem da Astrobiologia nos conteúdos da disciplina.

3.2 Objetivos Específicos

- ❖ **Averiguar** o perfil de professores de Biologia em atuação em escolas estaduais de João Pessoa-PB com o conhecimento que possuem sobre a Astrobiologia e a abordagem que realizam em sala de aula;
- ❖ **Examinar** como as práticas educacionais de professores de Biologia atuantes contribuem teoricamente para que os conteúdos da disciplina sejam conectados a Astrobiologia na prática;
- ❖ **Propor** sequências didáticas que articulem os tópicos da Astrobiologia em consideração às potencialidades levantadas pelos professores para criação do guia didático;

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Contextualizando a Astrobiologia

No princípio, o desenvolvimento da Astrobiologia não teve um aceite rápido da comunidade científica, visto que os dados eram escassos e não haviam comprovações empíricas, o que reduzia o campo a confabulações sobre a existência de seres extraterrestres e às ficções do imaginário popular. Contudo, segundo Kaufman (2022), o cenário mudou quando, após as descobertas que levaram a compreensão da organização da vida, aconteceram as primeiras viagens espaciais induzindo a expectativas quanto às inúmeras possibilidades que o futuro seria capaz de trazer. Através dos avanços tecnológicos cada vez mais rápidos frente ao desenvolvimento da ciência, sobretudo os desdobramentos da biologia atrelado aos programas espaciais da Agência Espacial Norte-Americana (NASA), as pesquisas caminham para potencializar ferramentas e instrumentalizar os indivíduos para alcançarem finalidades antes vistas como praticamente impossíveis.

Em termos históricos, Chyba e Hand (2005) indicam que a palavra "astrobiologia" foi usada à princípio pelo astrônomo russo Otto Struve em 1955 e adotada pela NASA em 1995, desapropriando o uso comum do termo "exobiologia" cunhado pelo biólogo Joshua Lederberg em 1960. Segundo Lingam e Loeb (2020), o filósofo Lawrence J. Lafleur foi um dos responsáveis por divulgar com maior alcance o termo "Astrobiologia" em uma publicação de mesmo título, na qual definiu a palavra como "a consideração da vida no universo em outro lugar que não na terra" (Lafleur, 1941, p. 333, tradução nossa). Contudo, o título conseguiu a realização de ser identificar uma área com um reconhecimento verdadeiramente amplo quando a NASA, em 1998, "reestruturou e ampliou o escopo de seu antigo programa de exobiologia, dedicado a procurar vida fora da Terra, renomeando-o como programa de astrobiologia" (Galante *et al.*, 2016, p. 23) facilitando assim o seu alcance.

A astrobiologia, então, começou a aparecer nas linhas de pesquisas como uma área buscando responder três questionamentos considerados mais importantes: "Como a vida começa e se desenvolve? Existe vida em outros lugares do Universo? Qual é o futuro da vida na Terra e no espaço?" (Des Marais; Walter, 1999, p. 399). Após o processo de renomeação, surgiu uma reapropriação das diretrizes que conduziam as pesquisas e estudos nesta área, expandindo-a para além dos limites do que seria uma ciência fechada, pois como afirma Friaça (2010)

A amplidão do tema da Astrobiologia leva-a naturalmente a criar pontes entre diversas disciplinas. [...] Seu próprio nome envolve a fusão de duas disciplinas tradicionais, a Astronomia e a Biologia, e integra imediatamente a Física, Química e Geologia. Incorpora também as ciências que surgiram no século XX do cruzamento interdisciplinar das ciências clássicas acima: astrofísica, bioquímica, geofísica, geoquímica, biologia molecular. Além disso, abriga também as ciências novíssimas de importância crescente no século XXI: ecologia, ciências da complexidade, ciências planetárias, ciências atmosféricas, teoria da informação, nanociências, biologia sintética (FRIAÇA, 2010, p. 97).

O caráter interdisciplinar sob o qual é visto a Astrobiologia encaixa-se pela própria definição da palavra, onde “etimologicamente, interdisciplinaridade significa, em sentido geral, relação entre as disciplinas” (Yared, 2008, p. 161). No cenário científico de acadêmicos, dado que a interdisciplinaridade "pode ir da simples comunicação de ideias à integração mútua dos conceitos diretores da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização referentes ao ensino e à pesquisa." (Fazenda, 1998, p. 27), a compreensão possui o mesmo significado, onde pesquisadores de diferentes áreas de formação partem de um diálogo que visa agregar para um mesmo direcionamento, que é responder às questões astrobiológicas.

O caráter da Astrobiologia é discutido por alguns autores, dentre os há quem alegue que a área é interdisciplinar, multidisciplinar ou transdisciplinar. De acordo com o modelo proposto por Ari Paulo Jantsch, por exemplo, o pilar que sustenta com maior coerência a abrangência do que é promovido pela Astrobiologia é o da transdisciplinaridade, reforçado por Santos *et al.* (2016) que afirmam que

[...] o grau de interdisciplinaridade e o diálogo entre os cientistas e estudantes envolvidos com a astrobiologia foi tão grande que **a astrobiologia pôde ser caracterizada como verdadeiramente transdisciplinar** e não apenas interdisciplinar" (SANTOS *et al.*, 2016, p. 4 - tradução nossa)

Neste sistema da transdisciplinaridade, o trabalho coletivo frente a uma finalidade em comum permite que indivíduos de diferentes áreas possam coordenar suas atividades, dialogar para atingir diferentes objetivos, através de processos que envolvem e interligam saberes que estão à parte das disciplinas ou áreas restritas, mas sempre direcionado a um condicionamento específico. Neste caso, responder aos questionamentos levantados pela Astrobiologia, conforme o que Iribarry (2003) exemplifica em concordância com Caon (1998):

Para que a configuração transdisciplinar se torne verdadeira é preciso que o psicólogo, por exemplo, seja introduzido na área de seu colega assistente social e na área de seu colega psiquiatra e vice-versa. Ademais, é preciso que cada problema não solucionado em uma das áreas seja levado para uma área vizinha e, assim, seja submetido à luz de um novo entendimento (CAON, 1998; IRIBARRY, 2003, p. 484).

Em função da Astrobiologia ser, segundo Rinaldi (2007), um campo amplo que tem objetivos ligados à vida na Terra, incluindo biologia extremófila, evolução molecular, química prebiótica, a origem da vida na Terra e o efeito da gravidade nos organismos, por exemplo, isso aumenta as possibilidades de se fazer ciência. Ademais, promove uma integração entre pesquisadores que buscam entender mais sobre questões cósmicas que se apropriam de reflexões metodológicas que norteiam a história e filosofia das ciências e permite ampliar os estudos sobre a vida tal como é conhecida e questões interplanetárias que são desconhecidas.

4.2 Astrobiologia na Educação: aportes para uma transposição didática

Todo conhecimento que é adaptado para facilitar a compreensão do indivíduo é considerado um conhecimento transposto. O conceito de transposição didática, inicialmente introduzido pelo sociólogo Michel Verret em 1975 (Freitas, 2020; Alves Filho, 2000) e posteriormente trazido à discussão por Yves Chevallard, parte da premissa consensual de que o conhecimento carece ser reelaborado, sem perder o seu caráter científico. Assim, de modo a alcançar os estudantes que estão naquele momento de ensino-aprendizagem em sala de aula, enquanto o professor atua tentando mediar os saberes com a forma com que os estudantes irão se apropriar deles.

Em outras palavras, o papel da transposição didática é a transformação de um saber em sua essência para um saber a ser aprendido, pois didatizar é tornar um conhecimento bruto em conhecimento passível de ser aprendido. Desse modo, sempre que um indivíduo está produzindo conhecimento por meio do fazer ciência e posteriormente transmitindo esse conhecimento em sala de aula, ele está transpondo didaticamente determinado saber. Por isso, o “conjunto de ações torna um saber sábio em saber ensinável” (Alves Filho, 2000, p. 219) que é o que caracteriza o conceito de transposição didática.

No tocante aos estudos em Biologia, Carvalho (2020) afirma que a didática desta área está interessada nos processos de transmissão e apropriação dos saberes científicos, por isso que irá recorrer a abordagens epistemológicas e históricas que envolvem os conteúdos científicos. Uma temática com um cunho integrador como a Astrobiologia, além de poder se aliar “a curiosidade dos alunos à natureza apelativa do tema vida, o que torna a astrobiologia

ideal para trabalhar a interdisciplinaridade e as ciências de forma integrada" (SOUZA, 2013, p. 33), desperta o interesse para que haja uma transposição para o ensino. Além disso, o autor também infere que tratar do “estudo da vida” que é embasado pelo ensino de Biologia favorece uma educação integradora, pois:

[...] admite múltiplas abordagens e proporciona um espaço adequado para refletir sobre a natureza da ciência e suas inter-relações com outras áreas, principalmente a filosofia, que vem sendo separada da ciência pelo paradigma cartesiano dominante, ao separar o sujeito pensante e a coisa a ser entendida. As consequências nocivas dessa disjunção começam a se revelar. **A astrobiologia favorece também a discussão sobre a natureza da ciência**, onde apesar da ânsia pela certeza absoluta, sabe-se que não há certezas no conhecimento, já que as controvérsias abundam e as respostas para muitos dos problemas da astrobiologia poderão nunca ser encontradas (SOUZA, 2013, p.34).

Enquanto área do conhecimento e disciplina básica na educação, a Biologia em si dispõe de teorias, mecanismos, fórmulas e interpretações que já possuem articulação direta com os propósitos da Astrobiologia, então inferir essa aproximação se encaixa como uma possibilidade metodológica enriquecedora. Partindo dos princípios norteadores que buscam responder às questões tratadas na Astrobiologia, o campo educacional é capaz de estimular os jovens a tecer conexões capazes de articular soluções e proposições que consigam trazer um conhecimento interno sobre "Quem somos nós?". Além disso, também é capaz de alavancar o próprio desenvolvimento das ciências e tecnologias, tornando cada vez mais promissor o desenvolvimento da sociedade.

Considerando o contexto geral da Astrobiologia, os autores defendem que a abordagem do tema no Ensino de Ciências e Biologia “satisfaz as orientações propostas nos documentos oficiais da Educação Básica do Brasil” (Chefer; Oliveira, 2022, p. 80), Além disso, concordam que, como aponta Ferreira (2017), isso favorece a visão científica para as possibilidades de existência de Vida no Universo, e permite a construção de conhecimentos que se apropriem dos saberes múltiplos na área para que haja avanços para compreender melhor sobre isso e alcançar patamares que permitam isso ser possível.

O questionamento “*Mas por que estudar sobre a vida pensando em outros planetas?*” ainda aparece como o primeiro pensamento que surge para muitos indivíduos que ouvem falar sobre os apontamentos trazidos pela área, porém essa ciência emergente pode ser encarada como um manifesto à complexidade, pois “a complexidade reivindica a transdisciplinaridade como centro vital nas discussões planetárias propondo uma reforma de pensamento no sistema educacional” (Chefer, 2020, p. 74), cujo sistema ainda é pautado no paradigma

cartesiano de fragmentação do conhecimento. Nesse sentido, o tratamento para essa fragmentação deve "partir dos educadores que necessitam procurar uma formação para a complexidade pela transdisciplinaridade" (Idem, p. 74), haja vista que através da reforma do pensamento se é possível ampliar a visão sobre as conexões do mundo de forma holística.

Através dessa visão, é presumível o quanto se trata de uma necessidade de cada docente reinventar as suas práticas, buscando uma formação continuada que o capacite para abordagens diferentes e uma atualização sobre o que está sendo discutido e trabalhado nas pesquisas em Educação. A importância de uma formação continuada, principalmente, faz-se necessária frente a carência de algumas abordagens nos próprios cursos de graduação, principalmente nos estudos das Ciências Biológicas, que segundo o documento legal PCN+ (Brasil, 2006):

[...] reúnem algumas das respostas às indagações que vêm sendo formuladas pelo ser humano, ao longo de sua história, para compreender a origem, a reprodução, a evolução da vida e da vida humana em toda sua diversidade de organização e interação (BRASIL, 2006, p. 33).

A área da Biologia permite que conexões sejam articuladas às questões voltadas para o entendimento da origem do Universo, principalmente se abordada durante a formação dos estudantes que cursam a área no Ensino Superior. Contudo, considerando que as temáticas compreendidas como mais atuais e corriqueiramente discutidas na sociedade, como as questões de gênero e sexualidade, por exemplo, são negligenciadas em um curso que trata do estudo da vida, não é difícil identificar que não existe uma disciplina que trate de uma temática mais “distinta” como Astrobiologia na maioria das graduações. Assim, essa identificação corrobora com Rosa, Schemiguel e Emilio (2021) quando alegam que a falta de conhecimento devido à ausência de abordagens da temática e a carência de uma disciplina destinada a esse foco caracterizam um entrave para o docente abordar as questões astrobiológicas.

Apesar dos entraves para difundir a visão geral da Astrobiologia, é coerente afirmar que a temática merece ser trabalhada nos diferentes níveis, haja vista que reforça os questionamentos sobre a nossa própria origem e o objetivo da nossa existência, como bem menciona Rosa *et al.* (2021). Não obstante, é capaz de tirar o estudante da zona de conforto à medida que ele é capaz de pensar e refletir sobre aspectos do seu contexto, o que inclui cenários aos quais parecem apenas ficção, como “Existe vida extraterrestre?” sem um direcionamento de pensamento para o lado ufológico, embora isto consiga aumentar o estímulo do imaginário e a criatividade dos indivíduos.

4.3 Base Nacional Comum Curricular, a Astrobiologia e o Ensino de Biologia

A Educação Básica, nisto inclui-se o Ensino Médio, foco deste trabalho, é um cenário permeado por desafios. Por isso, frequentemente há alterações nas leis e estruturas que regem essa modalidade de ensino. Posto isto, a atual reforma do Ensino Médio que está expressa na Lei 13.145 de 16 de fevereiro de 2017, segundo Ferretti (2018), gerou alterações na proposta da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN, Lei nº 9.394/1996) que podem ser interpretadas como radicais, devido às pretensões por trás do novo currículo, fruto de ações do antigo governo que teve vigência até final de 2022.

O autor argumenta que a Lei 13.415 (Brasil, 2017) propõe-se a promover a flexibilidade do currículo a fim de atender aos interesses dos estudantes do Ensino Médio, aspecto que levanta questionamentos quanto às intencionalidades e coerência trazidas pela reforma a uma real melhoria na formação dos estudantes. Essa proposta possui como referência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cuja formulação pode ter trazido um "acesso fragmentado aos mesmos conhecimentos" (Ferretti, 2018, p.27) dado a união das disciplinas em itinerários formativos por áreas de conhecimento.

O documento mais recente nas escolas é a BNCC (Brasil, 2018). Porém, segundo Santos (2022) resgata em sua fundamentação, os documentos legais da Educação que perpassam o regimento sobre o ensino de Biologia nas escolas delineiam, pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) de 1998, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) publicado em 2000, e pelo PCN+ enquanto um documento de orientações que complementam os PCNs anteriormente citados.

A BNCC é um documento que estabelece as aprendizagens essenciais aos estudantes das modalidades da Educação Básica, em definição a partir do Artigo 1º da LDBEN (Lei nº 9.394/1996) e sob fundamentação das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN). Esse documento estabelece habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos estudantes a partir de cada área de conhecimento. Com isso, trata-se de um documento extenso que norteia as escolas brasileiras, especialmente os profissionais da Educação, para que se adequem à execução de propostas nas instituições de ensino, além das próprias aulas a serem ministradas em cada série do Ensino Básico.

O documento segue uma estruturação clara, dividindo-se em seções a partir das Unidades Temáticas que são propostas, trazendo um vislumbre completo quanto aos conteúdos e toda a capacitação que pode ser trabalhada pelos professores e apropriadas pelos estudantes na educação básica. Diferente de outras bibliografias, a BNCC é mais compacta e

alinhada às atuais questões da sociedade moderna, visto que foi “preparada por especialistas de cada área do conhecimento, com a valiosa participação crítica e propositiva de profissionais de ensino e da sociedade civil” (Brasil, 2018, p. 7). Dito isso, se apresenta com um entendimento ligado às questões CTSA, por exemplo, que representa uma interligação entre questões relacionadas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Nesse contexto, diante da atualização pertinente que é trazida, a BNCC postula que a área das Ciências Naturais, formada pelas disciplinas de Química, Física e Biologia, deve trabalhar norteadas pelos temas "Matéria e energia", "Vida e evolução" e "Terra e Universo", sendo estes temas o pilar do estudo da vida (Gonçalves; Medeiros; Medeiros, 2021) coerentes de serem abordados sob a luz da Astrobiologia, como o próprio documento traz em seu enunciado:

Em Vida, Terra e Cosmos, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo [...], propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas (BRASIL, 2018, p. 549).

Além disso, considerando que os assuntos que caminham para responder os questionamentos dessa ciência emergente são inúmeros, é possível encontrar abertura para trabalhar a temática por meio de vários assuntos desde os anos iniciais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio. Assim, com foco na articulação da Astrobiologia com a Biologia para o Ensino Médio, perante o propósito deste trabalho, os autores Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020) discutem seis tópicos principais, sugeridos a partir do documento legal dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM+) para o ensino de Biologia (**Quadro 1**) que já denotam um vislumbre a essas possibilidades de apreensões geradas pelos estudantes e professores ao trabalhar com a temática.

Quadro 1 - Temas estruturantes da Biologia à luz da Astrobiologia.

Temas estruturantes da Biologia (PCNEM+)	Apreensões à luz da Astrobiologia	Articulações palpáveis
--	-----------------------------------	------------------------

Origem e evolução da vida	"Discutir e interpretar sobre a própria vida e sobre tudo aquilo que existe" (p. 7)	Tecer questionamentos sobre a vida requer indagações prévias para entender qual o conceito de vida e o que fundamenta isso, assim torna-se possível considerar (ou cogitar) a existência de outras formas de vida fora da Terra e/ou possibilidades de "levar a vida" para outros locais fora do planeta Terra.
Diversidade da vida	"Dimensionar os problemas relacionados à biodiversidade, relacionando os processos fisiológicos utilizados pelos seres vivos com suas estratégias adaptativas" (p. 10)	Reconhecer a diversidade dos seres vivos, especialmente em termos fisiológicos, ao partir do questionamento <i>"Onde a vida pode ser sustentada e como mecanismos biológicos particulares de cada indivíduo atuam nisso, considerando-se os fatores bióticos e abióticos de um local?"</i> direciona a apontamentos que conduzem a conhecimentos, também, para associar às condições biogeoquímicas de outros contextos planetários.
Interação entre organismos vivos	"Resgatar a conexão do ser humano com seu próprio planeta, conscientizando-o de seu papel na preservação e conservação do meio ambiente em que vive" (p. 13)	Considerar as conexões entre os seres vivos desperta apontamentos que beiram às questões éticas sobre os cuidados com o planeta Terra e leva a uma interligação com princípios de sustentabilidade, por exemplo ao questionar-se <i>"uma vez que pudéssemos, por que realmente deveríamos colonizar outros planetas, considerando as questões ambientais negligenciadas aqui na Terra?"</i> .
Identidade dos seres vivos	"Perceber como todas as formas de vida são reconhecidas por sua organização celular, sugerindo evidências de sua origem única." (p. 13)	Entender mais sobre os conhecimentos disponíveis a respeito de questões de biologia molecular, celular e genética permite ponderar sobre as potencialidades dos organismos e até sobre expectativas de coexistência de outros organismos. São, também, compreensões articuladas àqueles microrganismos como os extremófilos.
Transmissão da vida, ética e manipulação genética	"Conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas a partir do conhecimento genético" (p. 14)	Avaliar as aplicações obtidas através dos conhecimentos sobre questões de genética permite a manipulação biológica de indivíduos e de ferramentas que já denotam benefícios aos organismos do planeta Terra, mas que podem ser aprimorados para pensar essas aplicações em um contexto cósmico.
Qualidade de vida das populações humanas	"Compreender como o conhecimento produzido pela pesquisa em ciência	Contribuir para o desenvolvimento da ciência permite a expansão do que ainda caracteriza-se como algo limitado, como as

	contribui para o desenvolvimento de tecnologias" (p. 16)	missões espaciais que ainda permanecem restritas à Estação Espacial ou a condições estritamente próximas às do planeta Terra.
--	--	---

Fonte: Adaptado de Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020).

Nesta perspectiva, trabalhos que já indicam os caminhos para realizar essa interligação e outros desenvolvidos com o foco de trabalhar esta abordagem, como as teses e dissertações descritas por Silva, Zandavalli e Queirós (2021) permitem que professores tenham inspiração e iniciativa para explorar outras nuances promovidas pela Astrobiologia, como por exemplo através de um jogo de tabuleiro, como proposto por Ferreira (2017), ou como as propostas aplicadas por Santos (2019), com sequências didáticas voltadas para trabalhar a Astrobiologia sob a perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

4.4 Recursos didáticos para o ensino de Astrobiologia

Durante o processo de ensino-aprendizagem, uma variedade de recursos didáticos é utilizada com o intuito de auxiliar no percurso educativo de formação dos estudantes da Educação Básica. Como um todo, os recursos didáticos podem ser caracterizados como "todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos" (Souza, 2007, p. 111). Assim, caracterizam-se como ferramentas que, por vezes, adquirem um novo significado e tornam-se um complemento obrigatório para quem os utiliza, como é o caso dos livros didáticos.

Segundo Lopes (2019), os recursos didáticos favorecem a integração entre os estudantes, ao estimular o interesse e a participação. Desse modo, estes recursos "compreendem uma diversidade de instrumentos e métodos pedagógicos que são utilizados como suporte experimental no desenvolvimento das aulas" (Ibid., p.4). Assim, podem ser apostilas, guias, artigos, sites da internet e até outros relacionados com as novas tecnologias, como os jogos digitais e os aplicativos de mídia. Entretanto, o autor aponta que "no cotidiano escolar o livro didático e o quadro são os recursos mais usados pelos professores" (Ibid., p7), com o livro didático sendo predominante, é passível de discussões ante a dependência que muitos profissionais sentem em relação ao seu uso.

Os recursos didáticos, em específico os livros, são "artefatos transmissores da cultura escrita e de saberes escritos, codificados, objetivados" (Rodrigues, 2015, p. 36) que, segundo a autora, possuem uma linguagem acessível, estão articulados aos documentos oficiais e apresentam temas que são relevantes para promover uma orientação coerente aos professores.

Sendo assim, através dos livros é possível realizar leituras e obter informações a respeito dos conteúdos específicos, norteados a partir de diretrizes e da própria BNCC vigente, que busca, conforme aponta Amabis *et al.* (2020):

[...] constituir um instrumento unificador e norteador das políticas públicas educacionais, servindo de referência para os currículos desenvolvidos em âmbitos estadual e municipal, garantindo as aprendizagens essenciais ao longo da escolaridade, sem deixar de levar em conta a autonomia das escolas e dos professores e a heterogeneidade da sociedade brasileira (AMABIS *et al.*, 2020, p. 6)

Assim, estes materiais são fundamentais para promover o direcionamento acerca dos assuntos que irão permear o processo formativo dos indivíduos a partir de cada área do conhecimento, de modo que competências, conhecimentos e habilidades sejam desenvolvidos. Além disso, os livros são compostos por atividades, propostas de dinâmicas e sugestões que incluem aspectos comuns do dia a dia, que possuem funções paralelas às educativas, mas que conseguem fazer esse papel de servir a um foco didático quando se é manejado sob esse viés.

Nesse sentido, o livro didático é um artefato percebido como "indispensável no processo de ensino-aprendizagem, tanto que o Governo Federal lançou vários programas com o objetivo de difundi-lo para todos os alunos de escolas públicas do país" (Dominguini, 2010, p. 2). O recurso funciona como uma forma inicial de introduzir um assunto na vida dos estudantes, de modo que este possa aprender a partir de uma esquematização que foi pensada para favorecê-lo, isto é, o conhecimento foi antes transposto para ser inserido no material. Nesse viés, a Astrobiologia é uma nova ciência capaz de encontrar seus enredamentos iniciais a partir da inserção nestes materiais didáticos.

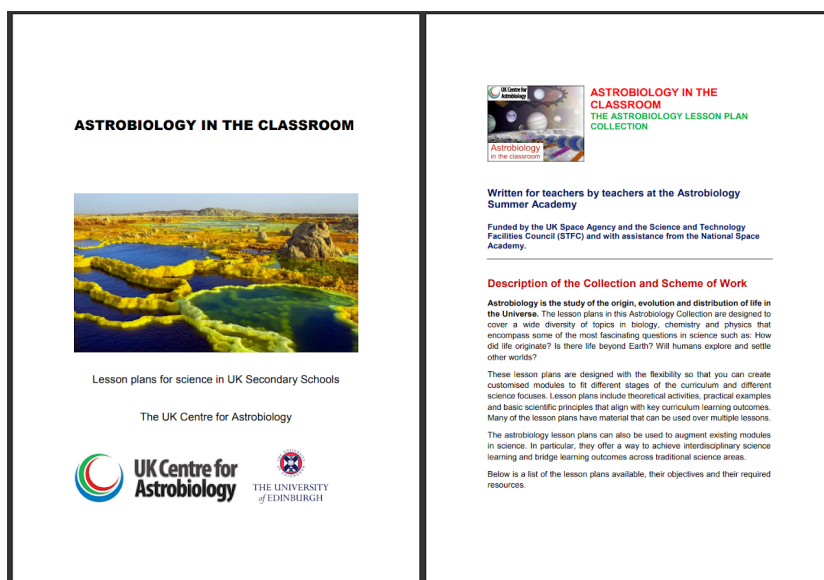
A agência da NASA, enquanto empresa de alcance internacional frente às pesquisas e iniciativas voltadas para as iniciativas espaciais, possui um fator diferencial de entender a importância da difusão do conhecimento ao público leigo e população, de modo geral, através dos materiais que são produzidos com esse foco. Assim, busca difundir e valorizar a promoção de conhecimentos sobre as iniciativas espaciais e estimular a formação dos indivíduos sobre essa temática, principalmente como uma forma de incentivar jovens e adultos a seguirem pelas áreas STEM (em português "Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática").

Diante disso, a NASA dispõe de diversos setores, sendo o *Astrobiology at NASA* (<https://astrobiology.nasa.gov/>) um deles, com uma área específica dedicada aos recursos educativos produzidos por estagiários e trabalhadores experientes da empresa. Através do site, é possível ter acesso aos materiais gratuitos que a agência disponibiliza, dentre eles sugestões

de experimentos, vídeos explicativos e Histórias em Quadrinhos (HQs, em inglês “Graphic Novels”) sobre temas como bioassinaturas, a origem da vida, química prebiótica, dentre vários outros.

Há também o livro *The Astrobiology Lesson Plan Collection* (https://www.astrobiology.ac.uk/sites/default/files/atoms/files/astrobiology_lesson_plan_collection_1.pdf) desenvolvido pelo *UK Centre for Astrobiology* da Universidade de Edinburgh na Escócia, como um recurso disponibilizado junto a uma caixa que contém recursos para as atividades propostas no material. O livro apresenta atividades, exemplos práticos e princípios científicos básicos que se alinham com os principais resultados de aprendizagem do currículo, como indica no próprio material.

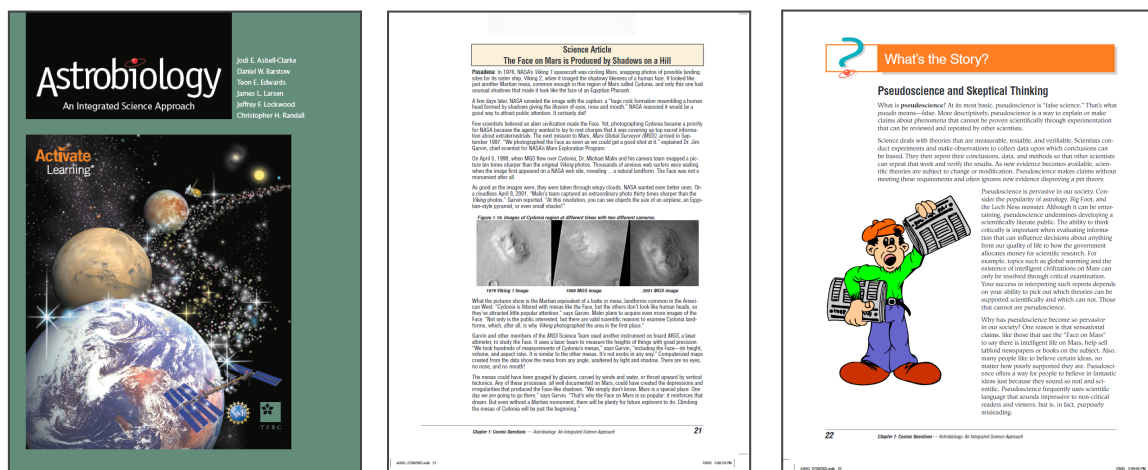
Figura 2 - Livro “*Astrobiology Lesson Plan Collection*”



Fonte: Astrobiology in the classroom. The UK Centre for Astrobiology, 2023. Disponível em: https://www.astrobiology.ac.uk/sites/default/files/atoms/files/astrobiology_lesson_plan_collection_1.pdf. Acesso em 08 de out. 2023.

Para além dos materiais citados, o livro didático “Astrobiologia: uma abordagem científica integrada” (em inglês *Astrobiology: An Integrated Science Approach*, ver **Figura 3**) também é recomendado no site, haja vista que é descrito no site da NASA como um currículo de ciências integrado de um ano que percorre as disciplinas de biologia, química, física, astronomia e ciências da Terra, bem como sociologia, ética e psicologia do pensamento e comportamento humano. Assim, trata-se de uma proposta de currículo, em formato de livro-guia, destinado a oferecer uma entrada desta ciência no Ensino Médio. Contudo, o livro foi originalmente desenvolvido pelo Centro de Pesquisa em Educação Técnica (TERC), uma organização independente sem fins lucrativos baseada em pesquisa.

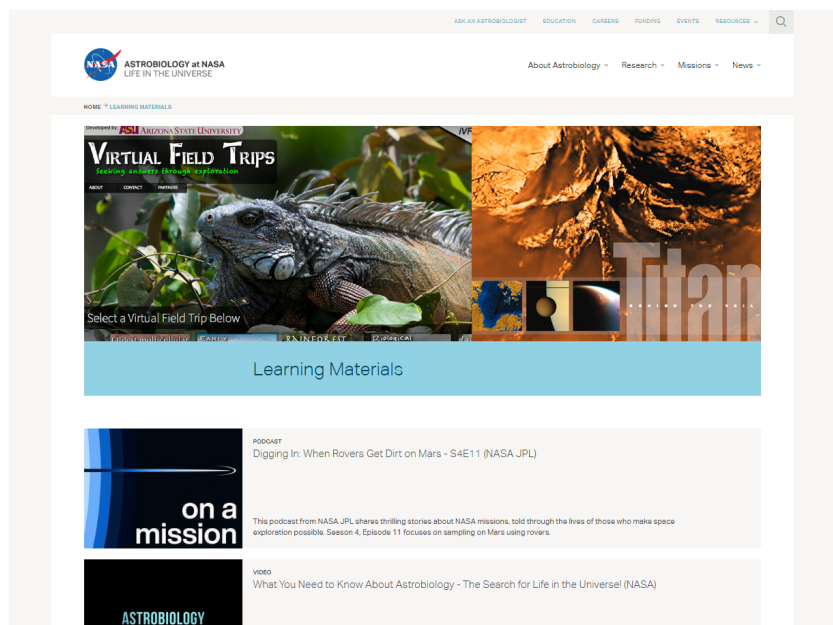
Figura 3 - Livro “Astrobiology: An Integrated Science Approach”.



Fonte: TERC, 2023. Disponível em: <https://info.terc.edu/astrobiology>. Acesso em: 08 fev. 2023.

Os materiais disponíveis para trabalhar os apontamentos da Astrobiologia nos currículos escolares, como o livro-guia desenvolvido pela TERC, em sua maioria estão restritos ao idioma inglês. Há uma variedade de recursos (**Figura 4**) que permitem facilitar essa abordagem, principalmente pelo entendimento da interligação que a temática possui com tantas áreas de conhecimentos e suas respectivas premissas, porém ainda há uma carência de materiais em outros idiomas, principalmente no idioma português.

Figura 4 - Materiais educativos disponíveis em Astrobiology at NASA.



Fonte: Subpágina de Astrobiologia no site da NASA, 2023. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/classroom-materials/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

Ao pesquisar materiais para difusão da temática na Astrobiologia, dois são destaques nos resultados de busca (**Figura 5**), sendo deles: (1) “Astrobiologia: uma Ciência Emergente” (2019)¹ organizado por Douglas Galante e outros cientistas, que traz um compilado de textos com explicações sobre assuntos como a origem dos elementos químicos e os microrganismos extremófilos, por exemplo; (2) “Astrobiologia No Ensino Médio” (2021)² por Angela Ferreira Portella e Adriana Oliveira Bernardes, como um material desenvolvido a partir do compilado de artigos sobre trabalhos que foram executados em uma escola pública no Rio de Janeiro, a respeito da temática ao inseri-la no contexto da Biologia e Física. Assim, estes livros permitem um vislumbre sobre o potencial da temática, embora seja notória a escassez de materiais voltados para o ensino desta temática.

Figura 5 - Livros de destaque para difusão da Astrobiologia no Brasil.



Fonte: Site Amazon, 2023. Disponível em: <https://www.amazon.com.br>. Acesso em: 04 mar. 2023.

O contexto dos materiais em português, principalmente no Brasil, expõe como a área é recente, haja vista os resultados apontados no trabalho de Silva, Zandavalli e Queirós (2021), no qual foi realizado uma investigação bibliográfica sobre teses e dissertações referentes à

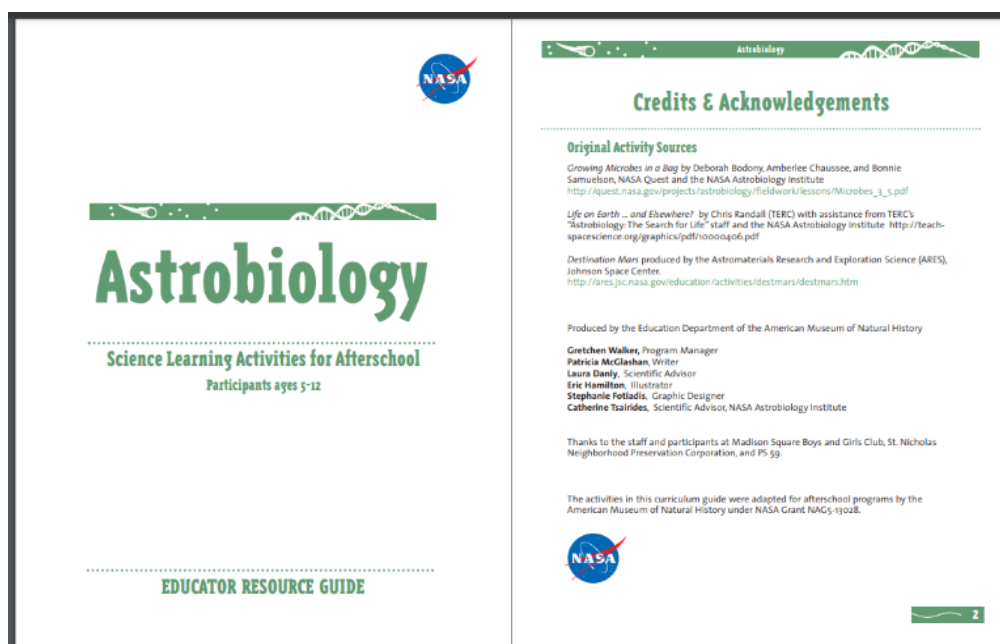
¹GALANTE, D.; RODRIGUES, E. P.; HORVATH, J. E.; AVELLAR, M. G. B. (org). **Astrobiologia: uma ciência emergente**. São Paulo: Tikinet, 2016.

² PORTELLA, A. F.; BERNARDES, A. O. **Astrobiologia no Ensino Médio**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021.

temática, neste caso articulando Astrobiologia e Ensino de Ciências, e encontrado apenas um total de dez trabalhos atendendo aos critérios determinados, evidenciando um baixo quantitativo. Contudo, há autores buscando reverter esse cenário, como Silva (2018) que elaborou um “Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia” voltado para o contexto dos professores e estudantes da Amazônia, e realizou uma Feira de Ciências para aplicação das atividades propostas no Guia. Como inspiração, o autor utilizou um material publicado pela NASA em 2006 para desenvolver as propostas.

O "*Astrobiology: Science Learning Activities for Afterschool*" (em português Astrobiologia: atividades de aprendizado de ciências para depois da escola, ver **Figura 6**) elaborado pela NASA demonstra que a agência espacial reconhece que a Astrobiologia fornece aos jovens pensadores a oportunidade de explorar tópicos relacionados à busca por vida além do nosso planeta, assim o guia é capaz de propor atividades em que os estudantes podem estar usando estratégias semelhantes às utilizadas por pesquisadores astrobiólogos. Contudo, a utilização deste material retoma a discussão sobre como a maioria dos materiais disponíveis sobre a temática são de língua inglesa e isso os classifica, automaticamente, como de referência, por uma questão de limitação.

Figura 6 - Guia de atividades sobre Astrobiologia produzido pela NASA para professores.



Fonte: Site da NASA, 2023. Disponível em:

<https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/astrobiology-educator-guide.html>. Acesso em: 08 fev. 2023.

Apesar desse contexto, é possível vislumbrar como há materiais sendo desenvolvidos em cima da Astrobiologia, mais precisamente recursos voltados para integrar a temática às

escolas e ao contexto educativo, caracterizando um reconhecimento de pesquisadores e estudiosos da área sobre o quanto essa ciência integradora é capaz de estimular os estudantes e promover um engajamento no tocante às disciplinas básicas, principalmente a Biologia.

No panorama dos recursos didáticos capazes de facilitar a orientação para trabalhar determinados assuntos ao longo das disciplinas curriculares, os Guias Didáticos inserem-se como ferramentas essenciais para auxiliar professores com as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, com propostas de ensino como as sequências didáticas, e são comuns enquanto produtos de mestrado. Exemplo disso é o trabalho desenvolvido por Silva (2018) com o guia voltado para a Astrobiologia, que foi anteriormente citado, além de outros trabalhos que tratam de assuntos diversos no ensino de Biologia, como Silveira (2021) que elaborou um guia para professores da educação básica com sequências didáticas acerca dos conteúdos de Ecologia com aplicabilidade a partir da metodologia do Arco de Maguerez.

Os guias didáticos fornecem um suporte estruturado para planejamento de aulas, permitindo a adoção de abordagens diversificadas e facilitando a realização de aulas mais dinâmicas e eficazes para o ensino de Biologia. Para tanto, as sequências didáticas que podem ser incluídas em no guia, funcionam como um conjunto organizado de maneira sequencial, cuja importância está na estruturação “coerente de atividades de acordo com um nível hierárquico de complexidade pensado para atingir objetivos de aprendizagem” (Nóbrega; Sudério, 2022, p. 4), assim sistematizadas de modo a incluir recursos, contextualização e propostas de avaliação. Nesse sentido, propostas de guias e execução de sequências didáticas podem viabilizar a abordagem da Astrobiologia pelos professores e para os estudantes.

4.5 Formação inicial de professores e a Astrobiologia

As discussões sobre a formação inicial de professores têm aumentado entre pesquisadores da área, dado a necessidade de reflexões para enfrentamento de obstáculos e atualizações curriculares que visem a melhoria do processo formativo de futuros docentes. No que tange a formação inicial de professores, segundo Souza (2013), as dificuldades que a permeia estão expressas, principalmente, naqueles professores em atuação que sofrem com o despreparo das lacunas que foram deixadas na formação inicial. Assim, esse aspecto levanta o debate sobre a emergência que há na reformulação das práticas, metodologias e abordagens temáticas que estão sendo trabalhadas ao longo dessa formação. Através desse ponto, interliga-se o embasamento para afirmar que o ensino de Astrobiologia tem seus desafios, inclusive, devido a esse déficit que está intrínseco nos próprios licenciandos.

No tocante a essa formação, as evidências estão presentes na atuação profissional dos docentes em sala de aula, no ambiente escolar de maneira geral e nos respectivos posicionamentos a respeito das principais questões que cercam o processo de ensino. Para além disso, a visão dos professores sobre suas próprias práticas também fornece um arcabouço teórico que permite vislumbrar o percalço formativo. À vista disso, as narrativas das experiências profissionais constroem embasamentos para as discussões que importam e que circulam nas pesquisas em Educação em Ciências e Biologia, como é exposto no trabalho de Luca e Pino (2021), ao tratarem das trajetórias de formação que constituem o fazer pedagógico.

Segundo os autores, o “percurso de formação dos professores é determinante quando se pretende entender as escolhas realizadas por eles no que se refere: a que, para que e como ensinar os conteúdos e a própria dinâmica de aprendizagem oportunizada em sala de aula” (Luca; Pino, p. 496). A partir disso, considera-se o apontamento sobre como a temática da Astrobiologia ser inserida no percurso formativo está sendo capaz de fundamentar uma formação pautada na criticidade, na apreensão de conceitos e teorias e até na habilidade que o professor pode se apropriar para trabalhar de forma inter, trans ou mesmo multidisciplinar.

A reformulação de uma formação inicial ideal pauta-se na construção de um perfil docente que seja capaz de agir com maleabilidade para enfrentar as adversidades e os cenários diversos em seu ambiente de trabalho, sendo principalmente capaz de favorecer o processo de ensino e aprendizagem de modo a possuir um discernimento amplo e empático. Além disso, que seja um docente que apresente um domínio, segundo Souza (2013) em concordância com Martins (2005) do saber disciplinar, saber pedagógico e saber didático das ciências. Dito isso, aliado ao conjunto de saberes que são essenciais a um professor, os conhecimentos e habilidades que são adquiridos através da formação dá-se por uma perspectiva de que a formação é contínua e constitui-se como um processo que se renova regularmente diante das demandas que aparecem na prática.

A formação de professores carece de uma ruptura para que o indivíduo, enquanto futuro docente, perceba a realidade ao seu redor e busque desvincular-se das propostas fragmentadas que são impostas ao conhecimento que é trabalhado e compartilhado durante o processo educativo. Por isso, segundo Morin (1999), é necessário que haja uma reforma de pensamento para quebrar os paradigmas vigentes que impõem uma visão reducionista e conservadora que limita a visão de mundo dos indivíduos, para “articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo” (Ibid., p. 39) como um todo.

As concepções defendidas por Edgar Morin embasam a pauta sobre o paradigma da complexidade, que propõe à Educação uma proposta de amplitude para os indivíduos, que se alinha diretamente às perspectivas que a formação de professores merece ter, para que haja um restabelecimento da conexão entre saberes, habilidades e relações entre os indivíduos envolvidos no processo educacional. Em vista disso, Behrens e Oliari (2007) afirmam:

Na Educação, o resgate pleno do ser humano, numa visão paradigmática da complexidade, implica na expressão de novas formas de solidariedade e cooperação nas relações humanas. Para tanto, precisa contemplar uma proposta pedagógica que reconheça a diversidade de fenômenos da natureza e o ser humano como um indivíduo com multidimensionalidades, ou seja, dotado de múltiplas inteligências e com diferentes estilos de aprendizagens. Nesse sentido, a formação docente precisa reconhecer o processo de aprendizagem complexa, envolvendo no ensino os aspectos físicos, biológicos, mentais, psicológicos, estéticos, culturais, sociais e espirituais, entre outros (BEHRENS; OLIARI, 2007, p. 64).

Diante disso, Souza (2013) alinha o pensamento aos de Morin, ao trazer que o indivíduo em sua formação deve reconhecer a incompletude a qual o cerca e deve encarar a si mesmo como um eterno aprendiz, de uma forma íntegra, pois

[...] agora dialogando a razão e a emoção; articula a comunidade com a globalidade, pois todo o globo está ligado e se inter-relacionando; reconhece a existência de nossa casa planetária, sensibilizando-se com o valor da vida e as relações dos seres vivos com a natureza; acima de tudo comprometido e responsável com as mudanças (SOUZA, 2013, p. 47).

Frente a essa perspectiva, a transdisciplinaridade que surge como abordagem através da Astrobiologia cabe como uma forma de favorecer a complexidade que deve basear a formação dos licenciandos em termos de compreender o todo e as conexões que permeiam a rede de saberes. Segundo Rosa *et al.* (2021), o quantitativo de pesquisas, periódicos, eventos e até especializações voltados para a área da Astrobiologia têm aumentado, como a própria oferta da disciplina optativa "Astrobiologia" à nível de graduação para a Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Estadual de Ponta Grossa. No entanto, ainda se trata de um cenário restrito, principalmente por concordar com Chefer (2020) quando a autora alega que são poucas pesquisas atrelando o ensino de Astrobiologia a todas as modalidades de ensino, o que inclui do básico ao ensino superior.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Tipo de Pesquisa

Essa é uma pesquisa de cunho qualitativo e método descritivo, cuja pretensão esteve em “aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, [...] a intenção é a compreensão” (Moraes, 2002, p. 191). Além disso, a pesquisa baseou-se nos pressupostos teórico-metodológicos fundamentados a partir da Pesquisa Bibliográfica, por ser capaz de relevar “o diagnóstico sobre como o tema tem sido tratado ao longo dos anos e onde é preciso aperfeiçoar sua abordagem” (Alves Filho, 2022, p. 28) e abranger “toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo” (Marconi; Lakatos, 2017, p. 200), e neste caso, infere-se aqui como tema a Astrobiologia e suas articulações com o Ensino de Biologia.

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu *à priori* através do levantamento bibliográfico “por meio de coleta de dados e pesquisas de outros trabalhos e artigos” (Costa, 2019, p.21) em periódicos nacionais e internacionais, além de bancos de teses e dissertações, buscando articulações entre as questões da Astrobiologia e o Ensino de Biologia. Para compreensão geral acerca das conexões entre essas questões e suas potencialidades intrínsecas, o critério para o levantamento bibliográfico baseou-se na intenção de identificar artigos que tratassem de propostas cabíveis como inspiração, como acerca de materiais didáticos elaborados por autores ou estudos envolvendo professores da Educação Básica, por exemplo, e foi realizada uma leitura flutuante dos trabalhos na íntegra.

O público-alvo desta pesquisa foram seis professores de Biologia do Ensino Médio de três escolas estaduais de João Pessoa-PB, cuja relevância para a pesquisa se deu a partir da compreensão acerca da experiência profissional que possuíam. Além disso, os critérios para seleção deste público se deu pela suposição de que professores de escolas estaduais apresentam maior liberdade para a condução de aulas que incluam propostas flexíveis, como as disciplinas eletivas implementadas com o Novo Ensino Médio, segundo Sachinski, Kowalski e Torres (2023), que estão apresentadas como uma formação complementar ofertada para tratar de assuntos atuais e pertinentes ao contexto e interesse dos estudantes.

Posteriormente, foram realizadas entrevistas estruturadas a partir de um questionário (**Quadro 2**), com os professores. Essa técnica de entrevista estruturada, segundo Marconi e Lakatos (2017), é onde o entrevistador segue um roteiro estabelecido através de perguntas que foram previamente determinadas, para assim obter dos entrevistados respostas às mesmas perguntas, a fim de tecer um comparativo entre um conjunto de perguntas iguais. Para

tratamento das respostas referentes a cada participante, foi utilizada a codificação de P1 para “participante 1”, P2 para “participante 2” e assim por diante.

Quadro 2 - Questionário referente a entrevista estruturada com os seis participantes da pesquisa das três escolas.

1. Qual a sua formação inicial? Há quanto tempo trabalha como professor(a) de Biologia na educação básica?
 2. Com que frequência você desenvolve práticas interdisciplinares nas suas aulas de Biologia? Poderia citar exemplos?
 3. Você já ouviu falar em Astrobiologia? Caso sim, há quanto tempo foi isso? Poderia também descrever o que é a Astrobiologia?
 4. Você já trabalhou com a temática da Astrobiologia em suas aulas? Se sim, como foi a abordagem?
- Continua...
5. Você consegue pensar em formas de trazer as questões da Astrobiologia para as suas aulas de Biologia? Se sim, quais assuntos específicos você consegue articular com propostas de atividades?
 6. Com que frequência você se atualiza com relação às práticas de ensino e às produções científicas? Qual meio você utiliza para isso?
 7. É comum você participar de eventos como simpósios e congressos? Se sim, você costuma produzir trabalhos científicos a partir da sua experiência em sala de aula?
 8. Como você descreveria a importância dos materiais didáticos para a sua prática docente? Qual é o material que você mais utiliza no dia a dia?
 9. Além dos materiais didáticos, você utiliza outros recursos para embasar as suas aulas de Biologia? Se sim, quais?
 10. Você estaria aberto a realizar atividades sob um viés interdisciplinar a partir de uma temática neste caso, da Astrobiologia, com o auxílio de um guia desenvolvido para professores?

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.2 Técnicas de coleta e análise de dados

Para coleta de dados foi utilizada uma entrevista com gravação direta e a partir dos registros foi obtida a transcrição (Silva *et al.*, 2006), mediante consentimento dos participantes através da assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) aprovado sob o parecer nº 5.958.236 que foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), de acordo com a Resolução Nº 466/13 do Conselho Nacional de Saúde, com aprovação e Registro no CEP/CCS/UFPB e CAAE de número 64150322.9.0000.5188.

Para a análise dos dados, o método utilizado foi o da Análise Textual Discursiva (ATD), visto que nesse método reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise (Moraes; Galianzi, 2006, p. 118), o que assim, permite a pesquisadora ser “capaz de fazer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos” (Idem., p. 118) a partir das respostas textuais dos indivíduos alvos da pesquisa. Além disso, as respostas foram analisadas a partir da premissa do método indutivo, proposta por Moraes (2003), o qual caminha do particular para o geral e se consegue encontrar categorias emergentes.

O método da ATD, segundo os autores, perpassa um processo composto por dois movimentos, primeiro o de desconstrução, em seguida o da reconstrução. O primeiro está relacionado à desmontagem dos sentidos e dos conhecimentos existentes, enquanto o segundo está atrelado à “organização das unidades de sentido produzidas pela desconstrução, com emergência de categorias e textos expressando os novos entendimentos construídos no processo” (Ibid., p. 126). Em termos gerais, a ATD está explícita na metáfora da “tempestade de luz” devido ao esclarecimento que é alcançado em meio ao caos que é o processo articulando estes dois movimentos, no intuito de captar um entendimento sobre determinado fenômeno ou tecer interpretações a partir daquilo que é qualitativo.

5.2 Procedimentos metodológicos

À princípio, o contato com os participantes foi realizado através do encontro presencial para convite à participação deste trabalho, ao passo que os professores foram encontrados nas escolas onde trabalham, mesmo local onde foram realizadas as entrevistas com eles. O processo para análise das respostas de cada participante, em maiores detalhes, contou com a transcrição realizada de forma manual a partir da escuta das gravações realizadas com o gravador de um aparelho celular *Smartphone*, as quais foram ouvidas por até três vezes até serem obtidas anotações fidedignas a partir de cada fala expressa, sem auxílio de aplicativos. Para tanto, as interpretações foram baseadas no que infere o método da ATD, o qual fundamentou cada unidade de sentido que se originou.

Após essa etapa, através do arcabouço teórico obtido a partir dos dados dos participantes da pesquisa em relação às questões elaboradas com objetivos específicos, foi possível organizar de maneira estruturada a construção do guia didático para o ensino de Astrobiologia. Assim, foram elaboradas três sequências didáticas com aplicabilidade baseada em uma metodologia específica, cada qual contendo uma ficha técnica para aspectos gerais

como os objetivos de aprendizagem, nível de ensino, quantidade de aulas, assuntos abordados, habilidade e competências apropriadas da BNCC e outras informações, além da organização detalhada para execução da sequência. Por fim, o guia didático propriamente foi desenvolvido por meio da plataforma online *CANVA* (<https://www.canva.com/>).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi organizado em dois segmentos, sendo eles (i) avaliação das percepções de professores de Biologia das três séries do Ensino Médio em relação às suas práticas e à abordagem da Astrobiologia e (ii) elaboração de um guia didático de orientação a professores para trabalhar o ensino da temática nas aulas de Biologia com sequências didáticas.

O surgimento deste trabalho emergiu, sobretudo, com a premissa de apropriação das potencialidades trazidas pelos trabalhos a princípio já publicados por outros autores, como Rodrigues e Carrapiço (2005), Souza (2013), Silva (2015) e Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020), utilizando-os como referencial teórico, uma vez que esses autores propõem a integração da Astrobiologia ao currículo escolar e discutem o panorama de potencialidades desta temática na Educação. Além disso, também se aproveitou o potencial levantado pelos autores Silva, Zandavalli e Queirós (2021) que concluíram que o foco das publicações tratando da Astrobiologia, até então, vem deixando de lado os saberes docentes dos professores e suas necessidades formativas.

6.1 Análise das Percepções dos Professores

As categorias que emergiram da análise dos dados coletados por meio das entrevistas e que direcionam as discussões ao longo deste trabalho foram divididas em duas linhas, reconhecidas como unidades de contexto: (1) trajetória e práticas docentes, que traz fundamentos iniciais que possibilitam discorrer sobre a formação de professores; e (2) percepções gerais e articulações sobre a Astrobiologia, e a integração com os outros conteúdos de Biologia.

6.1.1 Trajetórias e Práticas Docentes

Para destrinchar a discussão desta categoria, neste segmento o foco será dado às questões 1, 2, 6, 7, 8 e 9 que compõem o questionário utilizado para as entrevistas com professores de Biologia. A pesquisa, à princípio, debruçou-se sobre o tempo de atuação dos

professores em sala de aula e o tipo de formação inicial dos participantes, como uma forma de buscar o entendimento sobre como essas informações podem refletir nas práticas do fazer docente. Através das respostas obtidas, foi observado que o tempo de experiência profissional variou entre menos de um ano até mais de 20 anos (**Quadro 3**), com quatro participantes possuindo uma formação inicial em Licenciatura em Ciências Biológicas, destoando apenas duas participantes, das quais uma realizou formação em Ciências com habilitação em Biologia e outra que complementou sua formação com a licenciatura em Biologia, visto que a participante possuía uma formação inicial em Bacharelado na mesma área.

Diante disso, seria essa questão capaz de fornecer indícios que justifiquem, por exemplo, a utilização de práticas interdisciplinares nas aulas de Biologia por estes professores ou, em outra instância, o (des)conhecimento deles sobre a temática da Astrobiologia? A astrobiologia, longe de ser uma nova área da ciência, é “uma nova área de pesquisa que se dedica a tentar compreender, com um enfoque diferente, problemas já bem conhecidos” (SOUZA, 2013, p. 29), aspecto que questiona o ponto sobre os professores terem ciência ou não sobre a temática.

Quadro 3 - Formação inicial e tempo de docência na Educação Básica dos seis participantes da pesquisa das três escolas.

Participantes	Tempo de docência	Formação inicial
P1	8 anos	Licenciatura em Ciências Biológicas
P2	21 anos	Licenciatura em Ciências Biológicas
P3	11 anos	Licenciatura em Ciências Biológicas
P4	16 anos	Licenciatura em Ciências Biológicas
P5	23 anos	Licenciatura em Ciências, com Habilitação em Biologia
P6	8 meses	Bacharelado em Ciências Biológicas, com Especialização em Licenciatura em Biologia

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Posteriormente, uma questão mais direta é realizada acerca da regularidade com que os participantes desenvolvem práticas interdisciplinares nas suas aulas de Biologia e exemplos que poderiam citar para embasar as práticas que utilizam. A partir das respostas, quatro categorias emergentes surgiram para responder à segunda questão, como estão expressas no **Quadro 4**.

Quadro 4 - Desenvolvimento de práticas interdisciplinares pelos seis participantes da pesquisa das três escolas. *O número ultrapassa o total de participantes devido ao fornecimento de mais de uma resposta por participante na mesma pergunta.

Pergunta 2. Com que frequência você desenvolve práticas interdisciplinares nas suas aulas de Biologia? Poderia citar exemplos?	Participantes
Menciona exemplos de interdisciplinaridade;	4
Expõe dificuldades em realizar as práticas interdisciplinares;	2*
Associa a interdisciplinaridade com práticas experimentais;	3
Não realiza práticas interdisciplinares;	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os participantes que mencionaram exemplos, consequentemente validaram o desenvolvimento dessas práticas em suas aulas, e expressaram uma regularidade relativamente constante de estar articulando o conteúdo teórico a ser ministrado com uma prática, seja ela estritamente interdisciplinar ou com um viés de prática experimental que se articula com a interdisciplinaridade, como expressaram três participantes:

*[...] se você vier, por exemplo, acompanhar uma aula de eletiva³ minha, você vai perceber que existe uma interdisciplinaridade... com a química, com a matemática, com a biologia, com a história. E a gente tem as **práticas experimentais** também, que é... nos permitem isso. (P1)*

*Eu procuro, dentro de cada conteúdo, realizar minhas práticas principalmente no laboratório [...]. Eu sempre procuro buscar conteúdo e encontrar uma prática. Ou uma **prática com experimento** [...]. (P2)*

*Na verdade, em toda aula eu tento trazer a interdisciplinaridade, né? [...] a gente faz as **práticas experimentais** mesmo, os experimentos, no ensino fundamental, até porque é ciências, né... aí, a gente usa muito física e química [...]. (P4)*

Ao retomar as respostas do **Quadro 4** quanto às dificuldades em realizar práticas interdisciplinares esboçadas por três participantes, em consonância ao participante que indicou não realizar estas práticas, torna-se possível sinalizar entraves pertinentes de serem estudados. Dito isso, ao investigar este problema, os autores Avila, Matos, Thiele e Ramos (2017) obtiveram dados que apontam que as dificuldades estão associadas à fragmentação das disciplinas, ao diálogo com outros professores e gestores, e aos problemas de interesse e

³ As Eletivas de Base surgem como uma unidade curricular com a perspectiva de dar tratamento didático a partir de temáticas reais que circulam na comunidade escolar, revelando-se interdisciplinar, e que desenvolve principalmente a ligação entre o conhecimento acadêmico das diversas áreas e o cotidiano do estudante (SILVA, F. P. Caderno de orientações pedagógicas para eletivas. Maranhão. Secretaria de Estado da Educação. São Luís, 2022.)

conhecimento, que podem ser esperados diante de falhas na formação inicial ou continuada, bem como carências que cabem aos professores romperem através das próprias práticas de ensino. Esse contexto, inclusive, pode ser indicativo de obstáculo para que professores consigam apropriar-se dos conhecimentos da Astrobiologia para trabalhar de forma interdisciplinar.

Segundo Yared (2008), a interdisciplinaridade simboliza a relação entre disciplinas, que compreende tanto a comunicação de ideias como a integração de práticas metodológicas e diretrizes procedimentais para fundamentar determinada área do conhecimento. Por exemplo, a Astrobiologia une pesquisadores de diferentes áreas para fundamentar questões de uma ciência que emerge com questionamentos viáveis de interferência de diversos campos científicos, esboçando um caso de interdisciplinaridade na ciência. Nessa linha, a interdisciplinaridade através das práticas realizadas pelos professores possui uma diferença clara das práticas experimentais, mas que através das falas das participantes demonstrou haver uma correlação.

Nesse sentido, os autores Luca e Pino (2021) apresentaram discussões sobre a trajetória de formação de professores de ciências, as quais expressam que a contextualização que é fornecida às práticas experimentais, como a produção de queijo caseiro, por exemplo, é baseada numa perspectiva interdisciplinar. Isto é, uma prática interdisciplinar é capaz de servir como embasamento para articular o conhecimento de diferentes áreas para tratar da descoberta e entendimento de um fenômeno, mas não necessariamente uma prática interdisciplinar precisa estar vinculada ou servirá a uma prática experimental. No entanto, é consensual que essas duas tendências metodológicas, para o ensino de Biologia, são capazes de melhorar as aulas da disciplina.

A intenção com a segunda questão, para além da ocorrência de realização das práticas, focava em obter exemplos de como a interdisciplinaridade poderia ocorrer entre a Biologia e outras disciplinas. Para casos de professores desenvolvendo atividades sob o viés interdisciplinar em suas práticas regulares, isto caracterizava uma premissa positiva para indicar a abordagem da Astrobiologia. Assim, quatro participantes mencionaram exemplos específicos e duas participantes acrescentaram, além disso, não trabalhar diretamente com professores de outras disciplinas, mas sim, fazer a correlação a partir da sua própria abordagem individual:

*[...] geralmente é quando tem algum conteúdo que é... faça alusão ou que tenha correlação com outra disciplina, como por exemplo a parte da **Bioquímica Celular**, que a gente trabalha **a questão dos compostos**... é... aí*

*tem relação com a química; em ecologia, quando a gente fala sobre bioacumulação, a questão dos metais pesados, e aí a gente **puxa um pouquinho pra química**, é... em **evolução**, na parte de **evolução humana**, que também é **visto em História**. Agora, não trabalho diretamente com outro professor; eu faço uma conexão com uma outra área, durante as aulas expositivas, agora não um projeto em conjunto com esses professores de outras áreas. (P4)*

*[...] nessa semana eu e o professor de Educação Física, a gente tava conversando sobre metabolismo energético, **era um assunto que ele tava dando de uma forma e eu estava dando de outra** que eles... talvez se interessassem mais se for dado com os dois professores... de forma diferente, né, o mesmo conteúdo. (P1)*

Para além destas visões, uma das professoras demonstrou realizar uma abordagem interdisciplinar que, na prática, envolve a interação complementar com outros professores. Além disso, a participante também menciona a realização de outras modalidades no espaço educacional, como eventos como as feiras de ciências e mostras científicas, como é expresso em sua fala:

*Aqui na escola a gente costuma fazer alguns eventos, algumas atividades... é, que **junta os vários componentes curriculares; as feiras, as mostras, eventos pontuais**, ou, às vezes eu peço também pra complementar na minha disciplina... geralmente... Por exemplo, eu tô agora no 1º ano, aí eu tô falando de bioquímica, aí **eu converso muito com a professora de química** [...], que é do primeiro ano também, porque às vezes a gente tá meio que falando quase que do mesmo assunto, sob pontos de vistas diferente. Ela gosta muito da utilização de laboratório, então às vezes eu conto com a ajuda dela. (P5)*

O contraponto entre quem realiza práticas interdisciplinares, entendendo o que são, de forma autônoma, e quem realiza estas práticas em articulação com outros profissionais, fornece apontamentos para o entendimento da interdisciplinaridade como sendo uma prática que não se restringe a uma única abordagem. Através de um pressuposto teórico-prático, segundo Pierson e Neves (2001), a interdisciplinaridade se coloca como uma marca de perplexidade diante da fragmentação do conhecimento. Assim, é capaz de adentrar nas práticas educativas como uma forma de estar combatendo essa segregação de disciplinas, o que permanece sendo válido desde o momento que determinado professor traz em sua explicação uma articulação que os conhecimentos de campos científicos distintos possuem, como é exemplificado na fala da professora quando diz tratar do assunto de bioquímica com uma professora de química.

Além disso, autores defendem que a interdisciplinaridade assume um caráter consensual de busca pela superação da visão fragmentada que os processos de produção e

socialização do conhecimento apresentam, haja vista a complexidade que conduz a realidade de que o “todo” está interligado, pois “embora delimitado o problema a ser estudado, não podemos abandonar as múltiplas determinações e mediações históricas que o constituem” (Thiesen, 2008, p. 546). Dessa forma, as práticas interdisciplinares, pautando-se no contexto do Ensino de Biologia, vinculam-se às inúmeras interpretações e influências que aspectos culturais, sociais, históricos e até políticos possuem, articulado aos conhecimentos das diversas disciplinas.

Nessa perspectiva, um exemplo ilustrativo de abordagem interdisciplinar a partir de um assunto a ser tratado pelo ensino de Biologia é o contexto da pandemia do COVID-19. Esse tema é possível de ser abordado sob o pilar da Educação Ambiental e da Educação em Saúde, dado que a “[...] degradação ambiental e o aparecimento de doenças zoonóticas estão diretamente inter-relacionados, às mudanças ambientais ocasionadas pelo homem modificam a vida selvagem” (Fontenele, 2021, p. 245). Além disso, articula-se também às questões das atividades humanas, foco da História, impactando nos ecossistemas, na ecologia dos habitats e nos papéis das relações e serviços ecológicos, além da própria caracterização e dinâmica dos vírus, foco da Biologia; o que adentra também na perspectiva da urbanização, que possui foco de discussão na Geografia, e nos avanços que as sociedades têm almejado.

Segundo Behrens e Oliari (2007), o período newtoniano-cartesiano diante das propostas de René Descartes e Isaac Newton, foram expressivos a partir de um pressuposto de fragmentação e visão dualista de um universo que passaria a ser separado por dicotomias. Então, tornam-se evidentes múltiplas fragmentações, como por exemplo a separação entre corpo e mente, filosofia e ciência, objetivo e subjetivo, ciência e fé, dentre outros. Assim, o impacto deste paradigma mostrou-se forte a ponto de influenciar também na Educação:

A fragmentação atingiu as Ciências e, por consequência, a Educação, dividindo o conhecimento em áreas, cursos e disciplinas. As instituições, em especial as educacionais, passaram a ser organizadas em departamentos estanques, no qual emergem os especialistas, considerados pela sociedade como os detentores do saber. Neste processo reducionista, criam-se as especialidades em uma única área do conhecimento (BEHRENS; OLIARI, 2007, p. 59-60).

O processo reducionista de fragmentação proporcionou uma crise no cenário educacional, visto que os efeitos disso desencadearam uma aprendizagem desvinculada de uma articulação. Além disso, os autores argumentam que nessa visão paradigmática o fazer docente é caracterizado por “criar mecanismos que levem a reproduzir o conhecimento

historicamente acumulado e repassado como verdade absoluta” (Behrens; Oliari, 2007, p. 60) do qual o estudante, enquanto ser subserviente, será um mero expectador que memoriza e reproduz conteúdo. Contudo, diante da consciência de amplitude que determinado conhecimento pode possuir, e com auxílio fundamentado na interdisciplinaridade, existe um potencial para se garantir a construção de um conhecimento globalizante que rompa com a fragmentação pré-estabelecida por paradigmas restritivos.

Ao desvincular-se da proposta de visão teórico-metodológica, o foco retorna para os próprios professores. Segundo o processo de reflexão orientada, comentado por Stuart e Marcondes (2022) a partir da releitura dessa abordagem inicialmente proposta por Abell e Bryan (1997), a formação docente deveria ser direcionada a partir de um processo reflexivo permeado pela oportunidade dos professores estarem reconhecendo a importância de pensar sobre suas próprias ações, além de apreenderem um arcabouço teórico coerente, que fundamenta as suas atitudes diante das divergentes situações de ensino-aprendizagem com os quais precisam lidar.

Assim, dentre os quatro contextos sugeridos para essa abordagem, um deles está relacionado à reflexão de outras práticas de ensino através de materiais com os quais possam estar se atualizando, como artigos, relatos de experiência e os materiais encontrados na mídia. Assim, a sexta pergunta (**Quadro 5**) encontra subsídio para a discussão a partir desse contexto. Toda profissão requer uma atualização com relação às práticas das quais utiliza, dado que a sociedade está em mudança e, os avanços científicos e tecnológicos, principalmente, influenciam diretamente nisso.

Quadro 5 - Atualização em relação às práticas de ensino e produções científicas pelos seis participantes da pesquisa das três escolas.

Pergunta 6. Com que frequência você se atualiza com relação às práticas de ensino e às produções científicas? Qual meio você utiliza para isso?	Participantes
Atualiza-se sobre práticas de ensino e produções científicas	3
Atualiza-se sobre práticas de ensino, mas não produções científicas	2
Não respondeu de acordo com a pergunta	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Dentre essas profissões, estão os professores, que lidam diariamente com uma diversidade de perfis de indivíduos e com o próprio conhecimento, e cujas práticas de ensino que permeiam o seu trabalho docente também são, em teoria, regularmente atualizadas.

Assim, pois, "[...] a reflexão dos futuros professores sobre suas ações e concepções se torna de extrema relevância para o desenvolvimento de atividades de ensino mais adequadas" (Stuart; Marcondes, 2022, p. 95). Dessa forma, a depender das intenções do professor, tomar conhecimento sobre uma nova metodologia, como por exemplo uma ativa e mais dinâmica, seja capaz de facilitar a sua atuação e engajar os estudantes.

Nessa perspectiva, as respostas obtidas expuseram que há professores que se atualizam sobre as práticas de ensino e as produções científicas, como há aqueles que dedicam sua atenção tão somente às práticas educativas. No entanto, os participantes justificaram suas motivações e forneceram exemplos de meios que utilizam para se manterem informados quanto às novas tendências, que podem servir como referência para as suas atuações ou fomentar autorreflexão:

Eu atualmente faço parte de um programa, que é o da Residência Pedagógica, e procuro sempre fazer parte das formações que os professores da universidade, eles nos proporcionam. [...] Quando eu terminei o meu curso, eu tava muito acostumada com essa prática mais tradicional, só aulas expositivas, onde eu lançava os conteúdos, o aluno ficava de forma passiva. Com essas parcerias, esses programas de PIBID e Residência Pedagógica, além de proporcionar que esses alunos da Biologia venham pra escola pública na qual eu trabalho, eu também vou me atualizando, procuro ler.. materiais que as professoras da universidade elas disponibilizam, a respeito de práticas inovadoras, né... como por exemplo a aula invertida... a aula experimental, [...] aula invertida... as metodologias... de um curso de formação que a gente fez... que são várias; [...] E eu sempre procuro fazer as minhas leituras baseadas nos textos, que são disponibilizados pelos professores. Devido a correria do dia, é nas formações mesmo; pra eu poder ser preceptora desses programas PIBID e Residência, é nas formações mesmo, desses programas que eu participo, que eu vou me reciclando. (P2)

Prática de ensino... praticamente... o tempo todo, né, que eu vou vendo... às vezes eu assisto videoaulas, da galera, tá no Youtube aí pra ver o que que o pessoal tá fazendo de novo, e tento reproduzir também. Já a questão de atualização do conteúdo, essas coisas, eu tô cursando Medicina Veterinária, e aí... por tá de volta na academia, então o tempo todo eu tô lendo artigo, trabalho, estudo, e aí acaba que atualiza também, fora as outras produções dentro da Biologia, que eu ainda mantenho com o pessoal de universidade e tudo mais. (P4)

[...] eu tô sempre pesquisando, porque como eu sou uma professora em construção, então assim... é.. eu tento sempre trazer ideias inovadoras pros alunos, até porque no momento que a gente vive a gente tem que tentar puxá-los, né, pra que eles sintam que aquilo ali é interessante... então assim, sempre quando vou fazer minhas aulas, pesquiso se tem alguma forma de trazer aquilo de uma forma mais interessante pra eles, né, então tô sempre pesquisando e... [...]o meio que eu utilizo é a internet mesmo, a internet é uma ferramenta excelente; vídeos... através de vídeos, de produções científicas também, artigos, é... é por aí. (P6)

A divisão entre práticas de ensino e produções científicas existe pela compreensão de que as práticas inicialmente mencionadas podem ser orientadas através das produções científicas, como artigos, periódicos ou eventos acadêmicos. Contudo, não estão limitadas a isso e podem referir-se aos cursos de formação continuada, participação em programas de cunho educativo, como é expresso na fala da participante P2 ou mesmo através de recursos da mídia, como vídeos no Youtube, como exemplificado pelo participante P4. Além disso, a idealização desse questionamento fundamentou-se na hipótese de que professores familiarizados com as produções científicas possuíam maiores chances de terem conhecimento sobre a Astrobiologia.

Seguindo por esta premissa hipotética, a sétima pergunta (**Quadro 6**) buscou identificar a regularidade com que os professores participantes da pesquisa participam de eventos de cunho científico e se produzem trabalhos voltados para essa ocasião. Não houve uma resposta unânime e as respostas obtidas denotaram uma particularidade para cada participante, haja vista que a única a englobar duas participantes tratou-se da não participação em eventos científicos e ausência de produção de trabalhos voltados a esses eventos, ao passo que os participantes justificaram suas dificuldades para isso:

[...] Eu acho que desde que eu saí da universidade, eu não participei de nenhum. [...] Ela [a escola] impulsiona, mas é porque [...] a gente trabalha aqui numa carga muito exaustiva de 40 horas, sabe? Aí eu saio pra ir no simpósio, quando eu volto, eu volto com o trabalho que ficou, e mais... acaba que fica muito exaustivo. Eu acho que esse modelo de escola [...] apesar de incentivar no sentido de “professor, vá” tal, mas, não é aquele incentivo que você sinta de fato que vai diminuir a sua carga horário ou do seu trabalho, entende? [...] Se eu quiser ir pro simpósio, eu posso? Posso, mas aí eu tenho que deixar o pessoal pra substituir minhas aulas, sabe? E aí é todo um contexto, que acaba dificultando... limitando, né. (P1).

Não... faz muito tempo que eu não participo, porque... minha carga horária, a carga de trabalho durante a semana é muito pesada, então não tenho como mais participar desse tipo de... também já tô meio que desligada um pouco da universidade, né... Não participo não, dificilmente. (P5)

Quadro 6 - Participação em eventos e de produção de trabalhos científicos pelos seis participantes da pesquisa das três escolas.

Pergunta 7. É comum você participar de eventos como simpósios e congressos? Se sim, você costuma produzir trabalhos científicos a partir da sua experiência em sala de aula?	Participantes
Não participa de eventos, nem produz trabalhos sobre contexto educacional;	2

Não participa de eventos, mas ajuda a produzir trabalhos científicos;	1
Participa de eventos, e já produziu trabalho sobre contexto educacional;	1
Participa de eventos e costuma produzir trabalhos sobre contexto educacional;	1
Participa de eventos, mas nunca produziu trabalho sobre contexto educacional;	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As limitações expressas nas falas das participantes tornam compreensível a ausência destas professoras em eventos de difusão dos avanços da ciência, ao reconhecer o trabalho exaustivo de exigência de uma carga horária extensa para se estar na escola ou tecer planejamentos destinados a ela. Contudo, esse cenário expressa uma situação desfavorável às professoras e, nesse ponto, se articula ao apontamento feito por Chefer e Oliveira (2022), no qual comentam que o trabalho com enfoque na Astrobiologia “demanda tempo e dedicação de professores, que ainda se veem reféns da institucionalização do sistema de ensino e da inércia há muito tempo estabelecida na profissão (Ibid., p. 12), reforçando desafios.

Segundo Meadows (1999) os canais de comunicação são classificados em formal e informal, e os congressos e conferências são o protótipo da interação informal, pois mesmo diante de uma grande plateia até as conversas triviais durante a pausa para o cafezinho ocorre-se uma ação comunicante, que favorece a troca de experiências entre os indivíduos. Em concordância, Lacerda *et al.* (2008) contextualiza que esses eventos científicos possibilitam aos participantes “além do acesso a informações atualizadas na sua área profissional ou de estudo, uma facilidade maior nas relações e trocas que se estabelecem entre os pesquisadores” (Ibid., p. 132). Isto torna explícito a importância destes eventos para profissionais como os professores da educação básica, que constantemente encontram-se perante situações adversas que podem ser auxiliadas através dos conhecimentos maturados a partir das experiências que são transformadas em pesquisas, e expressam-se como meios de divulgar as atualizações das práticas docentes.

Além disso, Marchiori *et al.* (2006) reforçam que:

Como principais funções dos eventos científicos citam-se: criar oportunidades para a troca de experiências entre os pesquisadores; atualização sobre os progressos recentes de uma área; sistematizar os avanços mais recentes em uma área; divulgar novos conhecimentos; e, traçar diretrizes e metas para os futuros empreendimentos numa determinada área do saber. (MARCHIORI *et al.*, 2006, p. 8)

Através de eventos científicos e que não se restringem somente ao contexto da Educação, as problemáticas que são recorrentes na sala de aula e as abordagens que são utilizadas pelos professores são continuamente testadas, repensadas e ressignificadas. Os novos conhecimentos, a pensar como exemplo o tópico do metaverso, sugerem que o âmbito educacional passa por atualizações que reforçam o repensar do que é feito para os estudantes e com os estudantes. Nesse caso, temáticas como a Astrobiologia também adentram como perspectiva, porém trata-se de uma ciência ainda sendo ampliada àqueles que se permitem conhecer novos assuntos que podem estimular o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Por isso, uma proposta acessível para divulgação dos assuntos acerca da Astrobiologia, que professores e demais interessados podem conhecer, é o trabalho da Sociedade Brasileira de Astrobiologia (SBAstrobio) que fornece uma *newsletter semanal* com resumos sobre os principais artigos publicados na área, acessibilizando o conhecimento devido à linguagem didática utilizada.

Outro aspecto questionado aos participantes referiu-se a importância que os materiais didáticos possuem para a prática docente. A unanimidade ficou evidente na concordância dos professores ao afirmarem como sendo de extrema importância a utilização de recursos didáticos, seja para tornar a Biologia mais visual e menos abstrata, para facilitar a assimilação de conteúdos e do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, ou mesmo para nortear a prática docente, como é expresso nas falas dos participantes:

*[...] material didático ele é importante porque **ele vai dar um norte pra gente, da matriz curricular que a gente deve seguir, até porque a gente segue a BNCC. É... assim, interessante que tenha livros que venham com propostas de interdisciplinaridade, que é o que a gente tá tendo hoje, mas que também não abandone o tradicional básico, porque às vezes a gente precisa dessa base, né. (P3)***

*[...] eles [os materiais didáticos] são muito importantes principalmente porque na disciplina de biologia, é uma disciplina que o aluno [...] não consegue ver muitas vezes. Então **os materiais didáticos eles auxiliam, né, esse processo do entendimento do aluno, que senão fica muito abstrato e ele não consegue perceber que aquilo ali tá acontecendo. (P1)***

*[...] eu acho que **a Biologia eles têm que ver, eles têm que visualizar, né. Desse ponto de vista, quando a gente teve as aulas remotas, eu achei muito perfeito... assim, porque era baseado na utilização de slides, de vídeos, de música, eu ficava... era muito mais dinâmico, [...] a sala apesar de distante, apesar de online, eu achava mais dinâmico por conta de que era mais fácil a utilização desses recursos. (P6)***

A Biologia é uma disciplina que apresenta diversas nomenclaturas, conceitos, teorias, processos e mecanismos, muitos dos quais não são passíveis de serem facilmente observados

a olho nu. Apesar de tratar-se de uma disciplina que estuda todas as manifestações de vida, e com isso sugerir ser uma algo flexível de entender pela proximidade e correlação que há com os estudantes, todo esse caráter amplo induz com que ela seja vista como abstrata. Por isso, como a participante P6 infere, "*a Biologia eles têm que ver, eles têm que visualizar*", pois "nosso cérebro foi desenvolvido para processar as informações visuais organizando-as em modelos que reconstroem internamente a realidade, dando-lhes sentido. Por isso, ver é conhecer" (COSTA, 2005, p. 32), mesmo que seja sob um caráter intuitivo ou mesmo imaginativo.

Gibin e Ferreira (2013) afirmam que o uso da imagem pode ser útil como recurso didático devido ao seu caráter intuitivo, justificado por Costa (2005), que argumenta que as imagens apresentam uma clareza maior para os estudantes e são mais universais do que as linguagens sonoras e verbais. Além disso, os autores apontam que o uso de representações facilita para que o estudante seja estimulado a reter e lembrar de conceitos que foram aprendidos, e propõem como um dos usos desse recurso em atividades didáticas a própria utilização para os trabalhos interdisciplinares.

De forma ampla, as representações visuais podem estar alinhadas aos recursos táteis. Essas representações incluem a modelização, como proposto por Duso *et al.* (2013) para trabalhar a temática Corpo Humano, os modelos 3D como trazido por Orlando (2020) para trabalhar os conteúdos de biologia celular, molecular e genética, enquanto uma estratégia interativa para inclusão de estudantes com deficiência visual, além de maquetes e outros recursos não restritos apenas às imagens. Todos esses equipamentos servem ao propósito de melhorar as aulas de Biologia, tornando-as mais compreensíveis e fáceis para os estudantes.

Por meio do questionamento sobre materiais didáticos, um dos participantes aproveitou o teor da pergunta para tecer considerações a respeito da importância da interdisciplinaridade nos livros. Pinheiro, Echalar e Queiroz (2021) resgatam que no edital do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), especificamente no PNLD/2015, estava explícito que as coleções didáticas deveriam "ser inéditas e apresentar os conteúdos de forma interdisciplinar, sempre que possível, fazendo referência a outras áreas do conhecimento" (Ibid., p. 14) e que no PNLD/2018, já diante dos avanços implementados através das discussões em relação às questões de gênero, étnico-raciais e de sexualidade humana, tornou-se uma busca para que os livros fornecessem abordagens fundamentadas em contextualização e interdisciplinaridade.

Além disso, o participante P6 também mencionou o ponto sobre o material didático fornecer direcionamento ao professor por estar atrelado às mudanças e atualizações da BNCC,

que “se apresenta como documento normativo para direcionar prioridades de cada etapa do ensino e em cada área de conhecimento, repercutindo nas concepções de ensino e aprendizagem” (Silva; Borges, 2020, p. 104), servindo como referência para os conteúdos que os estudantes devem estudar, e as habilidades e competências que devem adquirir ao longo do período letivo.

Sob essa perspectiva, Chefer e Oliveira (2022) apontam que a BNCC “traz consigo conceitos da Astrobiologia propondo aos estudantes analisar a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos, além da dinâmica das suas interações, da diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (Ibid., p. 5) e assim configura as potencialidades da temática no ensino de Ciências da Natureza. Além disso, os autores organizam metadiscursos que expõem o potencial da Astrobiologia, devido a

[...] seu caráter integrador, inter e multidisciplinar de ensino; sua própria evolução como campo de produção científica; uma perspectiva de pesquisa e ensino inovadora e moderna, que pode incitar a construção de um ambiente motivador, desafiador, criativo e interessante para construção de conhecimentos científicos; o desenvolvimento de saberes importantes para a humanidade (CHEFER; OLIVEIRA, 2021, p. 9)

Para além do papel que os materiais didáticos desempenham no ensino de Biologia, foi questionado aos professores quais eram os materiais dos quais faziam uso no dia a dia (**Figura 7**). Os exemplos mencionados nas falas dos professores foram transformados em uma nuvem de palavras, evidenciando materiais como os jogos didáticos, maquetes, manuais, artigos científicos, além de recursos como os audiovisuais, a exemplo da televisão, computador e o que pode ser utilizado a partir destes, como slides, vídeos e documentários.

Nesse sentido, esses recursos didáticos são essenciais, pois segundo Sampaio (2022),

[...] além de serem vistos como auxiliadores da prática pedagógica, podem ser analisados a partir da Semiótica, na qual as imagens, modelos tridimensionais, sons, gráficos etc., são vistos como signos que os humanos usam para representar o mundo, incluindo o mundo da ciência e o mundo do estudante. (SAMPAIO, 2022, p. 20)

O laboratório citado não configura um recurso, porém caracteriza-se como um espaço apropriado para práticas que utilizam equipamentos que tornam as aulas de Biologia mais interessantes. Além disso, Sasseron (2015) conclui que o espaço do laboratório se torna adequado e/ou apropriado a partir dos objetivos de ensino, "para a concretização de práticas relacionadas a temas das ciências da natureza" (Ibid., p. 52).

Figura 7 - Nuvem de palavras referente aos materiais didáticos utilizados pelos seis participantes.



Fonte: Site Wordcloud. Disponível em: <https://wordcloud.online/pt>. Acesso em: 20 maio 2023.

Na educação básica, os estudantes estudam de forma obrigatória diferentes conhecimentos, dos quais a maioria não são do seu agrado, o que configura um desafio para eles se dedicarem a aprender algo que, muitas vezes, não reconhecem a utilidade em se estar aprendendo. Ademais, também é um desafio ao professor exercer sua profissão de modo a conseguir contextualizar os saberes, neste caso da Biologia, com o cotidiano desses estudantes, na tentativa de conseguir atenção para mediar o processo educativo que ocorre no espaço escolar.

Dito isso, Nicola e Paniz (2016), ressaltam que

[...] com a utilização de recursos didáticos diferentes é possível tornar as aulas mais dinâmicas, possibilitando que os alunos compreendam melhor os conteúdos e que, de forma interativa e dialogada, possam desenvolver sua criatividade, sua coordenação, suas habilidades (NICOLA; PANIZ, 2016, p. 359)

Dessa forma, fica evidente que os materiais didáticos são capazes de favorecer positivamente a interação entre professores e estudantes na mediação do conhecimento. Além disso, com os avanços da tecnologia e sociedade cada vez mais digital, introduzir recursos a partir dos audiovisuais se tornou uma das principais metodologias a serem utilizadas para cativar os estudantes para o processo de ensino-aprendizagem.

6.1.2 Percepções e articulações de professores sobre a Astrobiologia

Nesse segmento serão discutidos os resultados para as perguntas 4, 5, 6 e 10, através do foco transferido para a identificação dos professores que possuem conhecimento ou não

sobre a Astrobiologia, além das articulações que são capazes de descrever, a partir do que sabem ou supõem entender sobre a temática. Além disso, as constatações fornecidas neste tópico foram essenciais para a etapa final de construção do Guia Didático.

A Astrobiologia é uma área considerada recente, comparando a sua criação e o seu estabelecimento tardio enquanto ciência propriamente, através dos programas vinculados às pesquisas espaciais e as próprias propostas criadas pela NASA em estar compartilhando essa área de pesquisa com a comunidade científica e o público leigo. Contudo, no Brasil é ainda mais, principalmente por carecer de cursos de formação de pesquisadores e professores tanto inicial ou continuada, como pontua Chefer (2020). Aliado a essa visão, é possível afirmar que "há uma grande falta de informação, sobretudo em português, tanto para alunos quanto professores, sobre o que é de fato astrobiologia, e como se fazer uma pesquisa na área" (Galante *et al.*, 2016, p. 16), e principalmente, como se abordar os apontamentos da Astrobiologia nos espaços de ensino.

Souza (2013) aponta que uma das críticas tecidas à formação inicial está relacionada às lacunas que se tornam evidentes em professores em atuação, como por exemplo a ausência de abordagem de uma série de temáticas importantes e constantes na sociedade, como as próprias questões étnico-raciais que, mesmo sendo pauta comum no dia a dia, e que instantaneamente poderia ser trabalhada através dos conteúdos do ensino de Biologia, acaba sendo negligenciada.

Nesse panorama do ensino de Biologia, contrário ao exemplo mencionado, as questões da Astrobiologia não possuem veredas tão rotineiras na sociedade, pois é uma temática que poucos conhecem a respeito (**Quadro 7**) e prova disso está expresso no fato de que apenas um dos seis participantes demonstrou já ter ouvido falar a respeito e tentou descrever o que seria, embora com dificuldade:

Já ouvi falar... faz um tempinho já [...] eu não cheguei a estudar a fundo, nem fui ver o que era, mas pelo nome, eu acho que deve ter alguma coisa a ver com biologia de organismos espaciais, alguma coisa assim.. né, em outros planetas, alguma coisa do tipo. (P4)

Quadro 7 - Relação dos seis participantes da pesquisa das três escolas que possuem conhecimento sobre a Astrobiologia.

Pergunta 3. Você já ouviu falar em Astrobiologia? Caso sim, há quanto tempo foi isso? Poderia também descrever o que é a Astrobiologia?	Participantes
Já ouviu falar, mas não sabe explicar	2
Nunca ouviu falar, mas tenta explicar	1

Não deixa claro se já ouviu falar, mas tenta explicar	1
Já ouviu falar e tenta explicar	1
Não ouviu falar e não tenta explicar	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Além dessa fala, outros participantes destoam por nunca terem ouvido falar da temática. Contudo, a participante P2 tentou explicar a partir do que a etimologia da palavra poderia significar e, corroborando com a afirmação de Souza (2013) sobre as falhas na formação inicial, a participante deixou evidente como correlaciona o desconhecimento sobre a temática com o fato de não ter sido algo abordado anteriormente ao longo da sua formação.

*É... esse tema... eu não conheço, eu não conhecia; mas pelo.. pela terminologia, pela construção do próprio nome... “astro”, vem de planetas, os planetas, que inclusive é o nosso planeta Terra, que tem vida, e... biologia... seria o quê, **uma área dentro da Biologia para estudar essa questão dos planetas.** E eu acredito que deva ter, assim, alguma **ponte com a questão da vida, porque só o planeta Terra é o único dos astros que até o momento a gente sabe que tem vida, que, é... tem água e proporciona o desenvolvimento dos seres.** Os outros podem até ter tido um resquício de água, mas assim... e ter algum microrganismo, mas assim comprovado, acredito só o planeta Terra. Então essa Astrobiologia, acredito que deva ser uma área da Biologia que estude as características do planeta no tocante a vida. Eu acredito que seja isso. Assim... **eu terminei em 2002, eu não paguei disciplinas dessa área de Astrobiologia, e não ouvi falar, como eu tô lhe dizendo, eu tô só interpretando da questão do nome. (P2)***

Através da fala da participante, fica incerto afirmar se essa temática foi algo que a participante conseguiu compreender com facilidade e assimilar a partir apenas da terminologia da qual havia acabado de tomar conhecimento a respeito, ou se houve interferência de uma busca sobre a área, que possa ter sido feita após o convite para participar da pesquisa, como expresso pela participante que informou “*Eu ouvi falar quando você, a pesquisadora desse projeto, veio me perguntar se eu poderia participar dessa entrevista. Então eu, é...conheci dessa forma*” (P6).

Em relação a fala expressa pela participante P2, existe coerência ao descrever a Astrobiologia como uma área que estuda, de modo geral, a questão dos planetas e a questão da vida. Contudo, Souza (2013) aponta que a Biologia seria diferente da Astrobiologia, devido ao caráter exclusivo de centrar seus estudos nos aspectos da vida restritos à Terra, ao passo que a Astrobiologia assume uma natureza distinta por se apresentar como transcendental às barreiras planetárias. Apesar de apresentar as palavras “astro” e “bio” em

sua terminologia, a Astrobiologia não está intrínseca como uma subárea da Biologia, tampouco "pode ser interpretada por apenas uma área específica das ciências" (SOUZA, 2013, p. 29), mas é uma área que se articula de antemão aos saberes de cunho biológico para pensar o contexto geral das possibilidades cósmicas das manifestações da vida, por isso:

[...] quando biólogos perguntavam a questão "o que é vida?" eles são restritos por toda a diversidade das formas de vida da Terra (o que não é algo que podemos chamar de pouco). Entretanto, quando um astrobiólogo faz a mesma questão, as barreiras são removidas. Não é no mínimo interessante refletir sobre tais limitações? Somos limitados, por incrível que pareça com toda a diversidade biológica que temos no planeta Terra, ou seja, toda forma de vida conhecida durante toda jornada científica, e até mesmo as que futuramente iremos descobrir somadas numa expectativa de incríveis 10 milhões de espécies, representam muito pouco numa escala cósmica (SOUZA, 2013, p. 9)

No que tange à lacuna da Astrobiologia na formação inicial, resgatado pela P2 ao afirmar *"eu terminei em 2002, eu não paguei disciplinas dessa área de Astrobiologia, e não ouvir falar"*, Chefer e Oliveira (2021) justificam que é recente em algumas universidades a oferta de disciplinas e cursos que tratam da Astrobiologia, apesar de não existir uma pós-graduação ou mesmo um curso de graduação específico para essa área no país. Além disso, os autores avaliaram que, a cosmovisão de profissionais que desenvolvem pesquisas relacionadas a Astrobiologia na Educação Básica e/ou Ensino Superior, **aponta que a área é mais adequada ao Ensino Superior por julgarem haver dificuldades no entendimento acerca dos seus temas**, apesar da natureza multidisciplinar, e que isso poderia estar relacionado às dificuldades da temática não possuir um sucesso maior em estar sendo trabalhada na Educação Básica.

As dificuldades expressas ao pensar as temáticas relacionadas à abordagem da Astrobiologia em diferentes níveis de ensino, entretanto, podem estar aportadas no processo de transposição didática (Chevallard, 2015), uma estratégia para acessibilizar um conhecimento ao torná-lo mais apropriado e compreensível de acordo com o nível dos estudantes. Ademais, isto se fundamenta na noção de que nenhum conhecimento deve ser negligenciado, mas sim readequado para que seja construído e apropriado de forma progressiva pelos estudantes.

Para Carrapiço *et al.* (2001), a mediação a partir de temas da Astrobiologia pode funcionar como catalisador para consolidar um paradigma integrador que rompe com a fragmentação do conhecimento, fragmentação esta que foi estabelecida a partir de paradigmas tradicionais que negligenciaram a complexidade dos fenômenos. Contudo, a pesquisa

astrobiológica é um campo relativamente recente que está em fase de consolidação (Chefer; Oliveira, 2021, p. 12), e, portanto, sua integração aos conteúdos das disciplinas vem ocorrendo de forma gradual, seja pela difusão nos cursos de formação inicial e continuada ou através dos materiais que são utilizados para nortear as diretrizes curriculares do ensino básico.

Os participantes foram questionados se já trabalhavam ou haviam trabalhado com a temática, e quatro sinalizaram ter feito isso. Embora as respostas obtidas anteriormente (**Quadro 8**) expressem um desconhecimento concreto por parte da maioria dos participantes sobre a Astrobiologia, é evidente que, durante a entrevista, eles tentaram compreender o que poderia ser a temática através do próprio termo, e assim buscaram explicar ou reconhecer alguma abordagem que tenham feito, que poderia ter sido algo passível de ser considerado como uma abordagem astrobiológica.

Quadro 8 - Relação dos seis participantes da pesquisa das três escolas que já trabalharam com a temática da Astrobiologia e a abordagem que utilizou.

Pergunta 4. Você já trabalhou com a temática da Astrobiologia em suas aulas? Se sim, como foi a abordagem?	Participantes
Nunca trabalhou o tema	3
Justifica ter trabalhado o tema e menciona exemplos	2
Justifica ter trabalhado, mas não menciona exemplos	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Assim, três participantes levantaram a possibilidade de ter trabalhado o tema e dois participantes, em específico, citaram exemplos para descrever como essa abordagem foi realizada (**Quadro 6**), pois como descrevem

*Eu acho que já, [...] no primeiro ano, a gente começa com **origem da vida**, né. Aí pra falar de origem da vida, [...] eu pelo menos, abordo **a origem do universo**, e aí eu falo de algumas teorias... é... **teoria heterotrófica, teoria autotrófica e a teoria que a galera fala que a vida veio do espaço**. Aí eu já abordei nesse sentido. (P4)*

Com o pessoal do 1º ano, eu trabalhei a questão da origem da vida e suas teorias, né; a teoria da abiogênese, que é da geração espontânea [...] Fazendo uma ponte do que eu falei, da astrobiologia, eu sempre friso pra eles “até o momento o único planeta que a gente conhece, que tem animais, peixes... os seres vivos que vocês conhecem, é o planeta Terra, porque... é um ambiente, a questão da temperatura, do oxigênio, da água, já os outros planetas...”, que eles até falam “professora, e Marte? tem um resquício de água! foi encontrado um resquício de água pelos

pesquisadores nos outros planetas” que eu até digo a eles “pode até ter encontrado algum resquício, mas que existência da vida humana, só no planeta Terra”. Ai eles comentam “professora, será que não tem bactérias ou seres microrganismos, nesses outros planetas?” Ai a gente sempre faz assim, eu digo “olhe, vamos pesquisar! Vamos pesquisar, que até o momento a existência da vida humana, apenas no planeta Terra”. Eu abordo essa questão dos astros, né, que pra mim, eu acredito que seja, os planetas, dessa forma. (P2)

Como foi evidenciado, os assuntos propostos pelos professores foram: origem da vida e do universo, teorias heterotrófica, autotrófica e “teoria que a galera fala que a vida veio do espaço” (P4), identificada como Panspermia, além das condições ambientais para a existência de vida em outros planetas, como “a questão da temperatura, do oxigênio, da água” (P2). Esses assuntos foram pensados a partir do contexto de ensino, especificamente dos conhecimentos de base vistos nas disciplinas escolares, pois indiretamente estão presentes em documentos de orientações curriculares. Além disso, estão diretamente relacionados ao que Staley (2003) elenca como principais assuntos (**Quadro 9**) atrelados à pesquisa em Astrobiologia, principalmente ao enquadrar-se nos tópicos 3, 9 e 10.

Quadro 9 - Exemplos de tópicos específicos das pesquisas em Astrobiologia.

1. Nascimento e morte de estrelas e reciclagem dos elementos;
2. Formação de sistemas planetários;
- 3. Origem e evolução da vida;**
4. Busca por bioassinaturas extraterrestres;
5. Planetas e satélites habitáveis dentro e fora do Sistema Solar;
6. Geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra primitiva;
7. Extinções em massa e diversidade da vida;
8. Evidências fósseis e geoquímicas de vida primitiva;
- 9. Biosfera da Terra primitiva;**
- 10. Vida em ambientes extremos;**
11. Proteção planetária.

Fonte: Adaptado de Staley (2003).

Adiante com os questionamentos a respeito de tópicos específicos para uma abordagem astrobiológica, a pergunta quatro (**Quadro 10**) questionou os participantes a respeito de formas a se pensar para trazer as questões da Astrobiologia para as aulas de Biologia, com menção a exemplos específicos de assuntos que permitem com maior

flexibilidade essa conexão, isto é, mesmo que tenha sido unanimidade a falta de entendimento da maioria dos participantes em relação a isso.

Quadro 10 - Relação dos seis participantes das três escolas participantes da pesquisa que conseguem ou não articular assuntos específicos da Biologia com as questões da Astrobiologia.

Pergunta 4. Você consegue pensar em formas de trazer as questões da Astrobiologia para as suas aulas de Biologia? Se sim, quais assuntos específicos você consegue articular com propostas de atividades?	Participantes
Não consegue articular	3
Consegue articular	3

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados para essa pergunta demonstraram que três professoras conseguiram sugerir assuntos passíveis de serem articulados ao ensino de Astrobiologia a partir dos conteúdos de Biologia. Embora de forma simplista, como no exemplo “[...] *naquela parte que fala da... do início de tudo, da construção do planeta, acredito que nesse ponto aí daria pra articular com a Astrobiologia [...]*” (P6), foi notável que houve uma tentativa em propor algo, como expresso nas falas de outras participantes:

Eu digo a você que, com mais detalhes assim, [...] eu teria que ler alguns materiais a respeito [...] porque como eu lhe disse, eu falo mais dessa parte, do surgimento da vida, do que que tem no planeta que favorece a vida, as condições, [...] a questão da abiogênese [...] Eu poderia conversar, por exemplo, com a professora de Geografia, que trabalha essa parte de planetas, de... da via láctea, pra gente fazer uma parceria. Mas, com relação aos astros, no geral, sem ser a questão da formação de vida naqueles planetas; seria no tocante, ao geral, da distância pro Sol, que dá pra fazer assim... um alinhamento com física, com geografia, mas [...] como eu lhe disse, eu iria abordar mais dessa parte de “tem planeta tal, tem condições tais, e temperatura... o que é que tem...” eu ia mais por essa linha, eu precisaria ler mais um pouquinho a respeito, já que na minha formação, eu não fui apresentada a essa área [...] (P2)

É porque é um pouco complicado, porque é um assunto [...] mais limitado, pra gente fazer correlação com outras áreas, né. Por exemplo, com bioquímica celular, com citologia... então, fica mais complicado a gente fazer essa ligação, né. Em algumas têm, como por exemplo, como você vê em Ciências a questão do Universo, né... aí tem como você abordar isso; um pouquinho em evolução... agora assim, em todas as séries, eu sou limitada a lhe responder isso agora, se seria como. (P3)

Através da fala expressa pela P2, é possível identificar que todos os temas mencionados são articuláveis à Astrobiologia. Por outro lado, outra percepção por meio do que é expresso pela P3 indica haver uma limitação em relação ao que se conhece sobre a

Astrobiologia, mas não propriamente à existência de limitações quanto a temática ser abordada com outros campos, como vem sendo discutido ao longo deste trabalho.

Por fim, quando questionados “*Você estaria aberto a realizar atividades sob um viés interdisciplinar a partir de uma temática neste caso, da Astrobiologia, com o auxílio de um guia desenvolvido para professores?*”, foi unânime que todos os professores demonstraram interesse, alguns com entusiasmo expressivo em relação à proposta, e alguns que expressaram preocupação em relação a como fazer essa inserção da temática nos conteúdos curriculares nas diferentes séries do Ensino Médio.

Sim... acho que sim. Agora, como eu disse, eu não sei como seria a inserção desse conteúdo, é... nas diferentes séries, ou se seria em uma série específica. Ai eu não sei. Porque no Ensino Médio, por exemplo, a gente não trata em Biologia, dessa questão do Universo, Sistema Sol, a gente não tem esse conteúdo... então teria que ver aonde a gente pode fazer esse link. Talvez, né, quando fala sobre a origem da vida, né, quando fala dos seres vivos, aí eu acho que seria legal inserir isso aí, acho que daria. (P3)

Com certeza! Como eu lhe disse, eu procuro sempre me aperfeiçoar, não sei de tudo.. [...] não tive a oportunidade de conhecer a Astrobiologia na minha formação, e mesmo na sala de aula depois de anos de formada, [...] a única forma que eu trabalho é essa questão de alguns planetas, a formação da vida, algumas teorias, né... alguns experimentos. Mas gostaria sim, de conhecer, [...] ter esse suporte mais teórico, pra eu ficar por dentro e até descobrir outras coisas que talvez não estejam nesse comentário que eu fiz sobre a Astrobiologia. (P2)

Numa perspectiva geral, o feedback positivo em torno da oportunidade em trabalhar a temática reforça o que Staley (2003) comenta, sobre haver uma necessidade para que os professores sejam preparados para trabalhar a temática, ao passo que Chefer (2020) afirma que:

Dada à pluralidade de conteúdos abordados pela Astrobiologia torna-se nítido que nenhuma formação pautada no tradicionalismo epistêmico pode fornecer aos professores, subsídios necessários para trabalhar de maneira efetiva todas as dimensões científicas sobre a vida no Universo (CHEFER, 2020, p. 85)

Além disso, é imprescindível também que materiais de caráter instrucional e educacionais como livros didáticos, vídeos, websites, sejam desenvolvidos, dado que assim será possível transformar o entusiasmo de professores intrigados pela temática em capacitação, na práticas, para que eles consigam estar realizando esse trabalho, de vincular a Astrobiologia à Educação.

6.2 Guia Didático para o ensino de Astrobiologia

A interdisciplinaridade que advém da Astrobiologia com a Educação parte, sobretudo, do amplo escopo “que oferece não apenas uma boa referência educacional para os graduandos, mas também incentiva uma fertilização cruzada fértil de ideias de um campo para outro” (Cockell, 2002, p. 263, tradução nossa). As iniciativas educacionais, segundo Baum (2013), são amplamente motivadas pelo fato de que a Astrobiologia possui fortes apelos e consegue capturar a imaginação, construindo excelentes oportunidades de aprendizagem e construção do conhecimento, tanto para professores quanto para estudantes. Além disso, o autor assegura que integrar as questões astrobiológicas em qualquer curso pode promover um entusiasmo ao processo de ensino.

Diante das análises com os seis professores entrevistados, foram apurados alguns referenciais a servir de base para planejar a organização do guia didático sobre o ensino de Astrobiologia que foi desenvolvido com as sequências didáticas. O guia elaborado dispõe de alguns materiais de apoio a partir dos assuntos específicos que são trabalhados nas três séries do Ensino Médio, além de apresentar a proposta de quatro sequências como uma forma inicial de propor a inserção da Astrobiologia, de forma interdisciplinar, nas aulas de Biologia. Baseado nos exemplos especificados por Staley (2003), o levantamento de materiais de apoio ficou restrito aos tópicos 3, 7, 8, 9, e 10 expressos no **Quadro 9**, interligados a partir de assuntos dos conteúdos curriculares de Biologia.

6.2.1 Elaboração de Sequências didáticas

Diante da premissa desse trabalho servir como um referencial inicial para que professores possam identificar como articular os conteúdos da Astrobiologia em suas aulas, a elaboração das sequências didáticas ficou restrita a um quantitativo de apenas quatro. Contudo, as propostas foram planejadas a partir de recursos mencionados pelos professores, bem como dinâmicas e lógicas que podem ser vistas como coerentes ao que costumam adotar em suas aulas comumente. Além disso, contou como os materiais de referência que foram mencionados ao longo da fundamentação, como por exemplo o livro “Astrobiology: An Integrated Science Approach” da TERC. Nessa linha, um exemplo disso é que os recursos utilizados pelos professores em sua prática docente, que estão representados na **Figura 6**, foram considerados para o planejamento de atividades realizadas durante as sequências.

6.2.1.1 Sequência Didática I

A primeira sequência didática (**Quadro 11**) elaborada, volta-se à temática dos microrganismos procariontes, mas o ponto principal é a abordagem dos extremófilos. Almeida *et al.* (2020), postulam que desde o surgimento da Terra os microrganismos conseguiram se proliferar (o que funciona até hoje) em diversos tipos de ambientes, o que inclui aqueles considerados "inabitáveis" por possuírem condições muito extremas, quando se estuda as condições que seriam ideais para o que é considerado “a vida”. Assim, dentre os ambientes extremos estariam fontes termais, profundezas oceânicas sem luz ou que possuem uma pressão elevada, geleiras e outros, e os seres que sobrevivem nesses ambientes são os extremófilos.

Segundo Schultz *et al.* (2023), os extremófilos podem sobreviver em uma miríade de ambientes planetários e apresentar características que são relevantes para avançar nossa compreensão sobre outros lugares com potencial para a vida. Considerando os conteúdos curriculares de Biologia, que não trazem um foco somente aos extremófilos, essa proposta de sequência foi organizada para trabalhar o assunto de microrganismos, abrangendo as bactérias e as arqueias, delineando pelos conteúdos já estudados até o momento de compreensão de um tópico que é cabível à luz das questões astrobiológicas.

Quadro 11 – Sequência Didática I sobre “Papéis e potenciais dos microrganismos procariontes”

TEMA – O MUNDO INVISÍVEL DOS PROCARIONTES: AGENTES DE DOENÇAS OU POTENCIAIS COLONIZADORES DE OUTROS PLANETAS
<u>Objetivo</u> • Ampliar os conhecimentos sobre microrganismos procariontes.
<u>Ficha Técnica:</u> • Série indicada: 2ª série do Ensino Médio • Tempo de aula: 4 aulas de 40min • Assunto(s) específico(s) da Biologia: Características, importância e aspectos biológicos de microrganismos; Teoria da endossimbiose; organismos extremófilos. • Assunto(s) Extra: O papel das mulheres na Ciência e das pesquisas brasileiras.
Essa sequência será realizada com os estudantes sendo divididos em duplas ou trios, a

escolha dessa organização ficará a cargo da professora, a depender do quão numerosa é a turma.

Etapas 01 - Estudantes compreendem sobre os microrganismos enquanto seres vivos

Aula 1

1º momento: Começar questionando os estudantes “Microrganismos, como as bactérias, são seres vivos?”. Os estudantes podem preencher uma ficha (ver Apêndices) que terá um espaço para a hipótese e um para validação à hipótese, para essa pergunta. Assim, podem responder “São seres vivos, sim, porque...” ou “Não são seres vivos, porque...”.

Após isso, eles podem entregar a atividade para a professora, pois haverá uma socialização em outro momento sobre as hipóteses que escreveram. Porém, posteriormente às anotações na ficha, a professora ficará responsável por conduzir uma discussão sobre as características que são essenciais para que um organismo seja considerado um ser vivo.

2º momento: Será entregue aos estudantes uma tabela (ver Apêndices) com espaços em branco, que funcionará como ficha de acompanhamento, à medida que a professora conduzirá uma aula expositiva-dialogada onde irá discutir as proposições do questionamento anterior. A ideia é partir das características gerais para a existência e sobrevivência da vida, afunilando para as características biológicas de microrganismos como bactérias e arqueias.

- Apresentar a árvore filogenética dos domínios da vida para expor a diferença entre os grupos de bactérias e arqueias, para contextualizar melhor a aula;
- Exibir vídeo do Amoeba Sisters sobre “Teoria Endossimbiótica” ou mesmo utilizar o recurso alternativo da tirinha para tratar deste assunto.

Link: Vídeo “Endosymbiotic Theory” do canal Amoeba Sister no Youtube.
Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=FGnS-Xk0ZqU&t=168s>.

Link: Tirinha “Você já ouviu falar sobre a ‘Teoria da Endossimbiose’?” postada no site *EnsinaBioPibid*. Disponível em <https://ensinabiopibid.wixsite.com/home/post/voc%C3%AA-j%C3%A1-ouviu-falar-sobre-a-teoria-da-endossimbiose>.

Aula 2

3º momento: Neste momento, será a hora de retomar as hipóteses respondidas pelos estudantes. A professora pode entregar às duplas não-correspondentes as fichas de resposta, para que outros colegas façam a verificação da hipótese. Após finalizado, a turma irá socializar as ideias.

4º momento: Em seguida, será entregue aos estudantes o roteiro (ver Apêndices) para realização de uma prática para isolamento de cultura de bactérias. Os estudantes irão coletar amostras de diferentes superfícies para cultivar o crescimento bacteriano em placas de Petri, que deve ser aguardado em um período de uma semana, e será visualizado em outro momento.

Link: Post de roteiro para aula prática “Cultivando bactérias” do site Bem Bióloga.

Disponível em: <https://bembilogica.com.br/2021/03/11/experimento-cultivando-bacterias/>

Etapa 02 - Estudantes compreendem a importância dos microrganismos e os múltiplos papéis que podem desempenhar

Aula 3

5º momento: Os estudantes irão avaliar os resultados dos meios de cultura de bactérias, e isso fornecerá subsídios para que a professora explique que esses microrganismos são estudados de forma semelhante (através do seu cultivo) e é partir de experimentos assim que nascem os resultados de pesquisas e sua contribuição para a ciência.

6º momento: Questionar os estudantes “*Qual a importância de existência das bactérias? Elas existem só pra causar doenças?*”. A partir disso, a professora entregará uma ficha aos estudantes, desta vez organizados em grupos de quatro ou cinco estudantes. Esse será um momento de aula invertida, em que os próprios estudantes irão pesquisar sobre a importância dos microrganismos, para depois socializar com a turma.

Essa etapa pode envolver pesquisa na internet, caso o espaço escolar disponibilize esse acesso aos estudantes, ou pode ser uma atividade realizada com recursos sendo disponibilizados pela professora, por exemplo, artigos científicos adaptados do site Science Direct (pode ser uma alternativa melhor devido a seleção que será feita dos artigos).

Etapa 03 - A vida microbiana nos extremos

Aula 4

7º momento: Para promover a compreensão dos estudantes sobre os microrganismos como potenciais colonizadores a partir dos extremófilos, a professora começará questionando “*Considerando a diversidade de microrganismos e todos os papéis que eles podem desempenhar, vocês acreditam que eles podem fazer a gente conseguir viver em outros planetas?*”.

Nesse momento, será conduzida uma aula expositiva-dialogada sobre como os microrganismos extremófilos têm sido estudados para que a gente consiga entender esse potencial deles serem levados a outros planetas.

- Discutir sobre a pesquisa da cientista brasileira Amanda Bendia sobre a vida microbiana em um vulcão antártico pode favorecer as respostas para esse potencial. Além disso, trabalhar esse ponto permite fortalecer a ideia de como as mulheres têm atuado com intensidade nas pesquisas científicas e incentivar essa inserção.

Link: Tese de Dissertação de Mestrado “A vida microbiana em um vulcão antártico: diversidade e adaptação procariótica na Ilha Deception” da cientista brasileira Amanda Bendia. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42132/tde-11052017-134917/pt-br.php>

- Por fim, aplicar o Jogo dos Extremófilos e discutir com os estudantes sobre o potencial desses microrganismos, em comparação a outros organismos vivos.

Link: “Jogo dos Extremófilos”. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/584635/2/JOGO Adaptado MAIOR](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/584635/2/JOGO_Adaptado_MAIOR)

FINAL.pdf

Base Nacional Comum Curricular

- **Competência:**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

- **Habilidade:**

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

6.2.1.2 Sequência Didática II

A segunda sequência, intitulada “Compreensões sobre o que a vida representa” (**Quadro 12**), pautou-se na assimilação a partir do tema estruturante presente no PCNEM+ de Origem e evolução da Vida, e principalmente de Identidade dos Seres Vivos, ao que autores afirmam que "perceber como todas as formas de vida são reconhecidas por sua organização celular, sugerindo evidências de sua origem única" (Mayato; Moraes; Nascimento-Dias, 2020, p. 13) funciona como uma apreensão à luz da Astrobiologia.

A proposta não foi planejada a partir de uma metodologia de ensino servindo como base, contudo, engloba estratégias didáticas capazes de mobilizar os estudantes, principalmente para torná-los ativos no processo de compreender melhor sobre a temática e mobilizar a reflexão proporcionada através dos questionamentos norteadores.

Quadro 12 – Sequência Didática II sobre “Compreensões sobre o que a vida representa”

TEMA – COMPREENSÕES SOBRE O QUE A VIDA REPRESENTA

Objetivo

- Discernir sobre o conceito da vida a partir das características essenciais que promovem a existência, sobrevivência e diversidade dos seres vivos.

Ficha Técnica:

- **Série indicada:** 2ª série do Ensino Médio

- **Tempo de aula:** 4 aulas de 40min
- **Assunto(s) específico(s) da Biologia:** Conceito de vida; Classificação dos seres vivos; Diversidade da vida.
- **Assunto(s) Extra:** Ficção científica.

Questão-problema:

“Quem são os seres vivos, e como podemos pensar na vida que pode existir em outros planetas?”

Etapla 01 - Questionar os estudantes para identificar o que eles reconhecem como “vida”

Aula 1

1º momento: Inicialmente, começar indagando os estudantes para escreverem o que eles entendem por vida, e a partir das respostas haverá uma socialização da turma, mediada pela professora. Após isso, os estudantes terão a oportunidade de se dividir em grupos e elaborar uma proposta escrita de experimento simples para testar ou provar se algo está vivo ou não. Através de uma roda de conversa, ficarão responsáveis por discutir sobre vários sistemas vivos, como jardins, florestas, ecossistemas de corais, microbiotas, no intuito de obter uma definição funcional para o conceito de "vida" e os requisitos mínimos e essenciais para a sobrevivência da vida. **Atividade:** Sugestão de proposta de experimento.

Aula 2

2º momento: Os estudantes poderão escolher um ser vivo representativo, por exemplo: planta, ser humano, um animal, um microrganismo, um fungo ou outro. Após isso, podem elaborar um mapa mental para elencar os requisitos necessários para a existência e sobrevivência daquele organismo, como água, fontes de energia, um ambiente estável, dentre outros fatores, a partir do ser vivo exemplo que eles irão escolher. **Atividade:** produção de mapa mental.

Etapla 02 - Refletir sobre o alcance do conceito de vida.

Aula 3

3º momento - Expor aos estudantes vídeos do crescimento bacteriano e fúngico, e questioná-los “Os microrganismos possuem vida? E os vírus?” para estimular a discussão que conduza a uma explicação expositiva-dialogada acerca das principais características biológicas sobre microrganismos. Como revisão final, os estudantes participarão de um quiz de revisão utilizando slides. **Atividade:** Quiz de revisão

Etapla 03 - A vida em outros planetas

Aula 4

4º momento: A professora deve trabalhar disponibilizando recursos (imagem, artigo, conto, etc) como evidências para trabalhar a "vida extraterrestre". Cada grupo, baseado nas discussões que existem na sociedade sobre a vida extraterrestre, sugere articular o que pensam sobre as possibilidades de existência de uma vida extraterrestre, o que entende sobre esse conceito e quais os argumentos e fatores que (des)favorecem a crença nisso.

Atividade: Ficha de hipóteses (ver Apêndices) e argumentos acerca das evidências para a vida extraterrestre.

Base Nacional Comum Curricular

- **Competência:**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

- **Habilidade:**

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

6.2.1.3 Sequência Didática III

A terceira sequência elaborada, cujo tema é “Astrobiologia e Bioética: a colonização de outros planetas é uma boa ideia?” foi planejada sob o pretexto de aproveitar os fundamentos da Bioética, para repensar a ambição de cientistas em relação a colonização, isto é, “a distribuição da vida” para outros planetas. Através da BNCC, a Bioética para os assuntos de Ciências da Natureza, o que enquadra a Biologia, está expressa com foco em questões éticas relacionadas à pesquisa científica, avanços tecnológicos, manipulação genética, experimentação animal, conservação e outros assuntos pertinentes que servem para reforço à conscientização crítica e contextualização de problemáticas do mundo atual. Segundo Santos *et al.* (2016),

(...) na gestão dialógica os cidadãos leigos não devem apenas ser informados e orientados pelos cientistas e pelos políticos, mas são vistos como capazes de apropriar-se dos conhecimentos técnicos relevantes em relação ao problema e a também colaborar para a tomada de decisão frente às questões nas quais predominariam as incertezas (SANTOS *et al.*, 2016, p. 18)

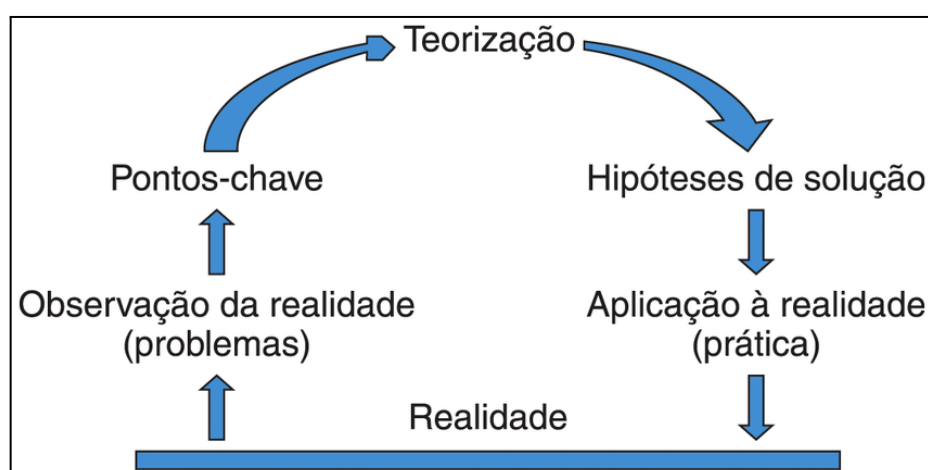
Diante dessa perspectiva, torna-se um reforço que se "valorize a formação cidadã,

promova o desenvolvimento de habilidades de reflexão e análise possibilitando que os jovens reflitam sobre os diferentes aspectos envolvendo um tema controverso" (Ibid., p 18), principalmente a partir da Educação Científica, capaz de fornecer aportes teórico-metodológicos ricos para esse desenvolvimento dos estudantes em formação.

Além disso, faz-se importante pensar que, a partir do que aponta Callon, Lascoumes e Barthe (2001), os avanços no desenvolvimento da ciência e das tecnologias trouxeram riscos e incertezas, para além dos resultados positivos e benéficos. Por isso, Santos *et al.* (2016) consentem ao afirmarem não houve apenas progresso a partir dos avanços científicos e tecnológicos, mas foram geradas controvérsias, que vem ocasionando um impacto considerável na vida dos cidadãos comuns, provocando, por exemplo, problemas de ordem social como as desigualdades e de ordem ambiental, como as degradações.

Esta terceira proposta, além disso, foi planejada utilizando-se como base a metodologia de ensino “Arco de Magueréz” que inicialmente proposto por Charles Magueréz (1966), em seguida foi reformulado por Bordenave e Pereira (1982) galgada por várias influências teóricas, como Paulo Freire e Jean Piaget e as expressões do construtivismo, e pôr fim a última versão proposta por Berbel (1999), na qual amplia "consistência teórica e epistemológica pela associação explícita do caminho metodológico com o conceito de práxis e suas características" (Berbel; Gamboa, 2011, p. 270) e fundamentar ainda mais a proposta do arco (**Figura 8**).

Figura 8 - Etapas do Arco de Magueréz.



Fonte: “Problematização - Arco de Magueréz” no site da Penta3/UFRGS. Disponível em: penta3.ufrgs.br/Flipped/oficina/MetodologiasAtivas/problematizacao__arco_de_magueréz.html. Acesso em: 21 maio 2023.

A metodologia do Arco consiste em cinco etapas, que permitem trabalhar com a problematização de questões a partir de um contexto de realidade. Neste caso para a seguinte

proposta (**Quadro 13**), insere-se o contexto dos problemas e perspectivas do planeta Terra para se pensar o contexto cósmico de possibilidades de vida em outro planeta, articulado a perspectiva de Baum (2013), sobre como, semelhante à Sustentabilidade, a Astrobiologia busca uma compreensão holística das interações entre sistemas biológicos e não-biológicos, a partir desse viés interdisciplinar e transdisciplinar.

Quadro 13 – Sequência Didática III sobre “Astrobiologia e Bioética”.

TEMA – ASTROBIOLOGIA E BIOÉTICA: A COLONIZAÇÃO DE OUTROS PLANETAS É UMA BOA IDEIA?
<u>Objetivo</u> • Pensar as questões bioéticas por trás dos movimentos científicos intencionados para a colonização de outros planetas, a partir de temas que concernem a Biologia.
<u>Ficha Técnica:</u> • Série indicada: 3ª série do Ensino Médio • Tempo de aula: 3 aulas de 40min • Assunto(s) específico(s) da Biologia: Bioética • Assunto(s) Extra: Educação ambiental; Relação humano-sociedade-natureza, Questões CTSA. • Abordagem Metodológica: Arco de Magueréz
<u>Aula 1</u> 1º momento: Observação da realidade - Iniciar a contextualização aos estudantes, com auxílio de slides, sobre como os cientistas desejam conseguir colonizar outros planetas, e eles têm realizado inúmeras pesquisas a respeito da possibilidade de tornar possível conseguir sair do planeta Terra e reconhecer (para aproveitar) as condições biogeoquímicas de outros planetas que são ideais para a vida. Porém, adentrando numa perspectiva de questões éticas, será que deveríamos mesmo colonizar outros planetas? Os estudantes, em grupo, receberão imagens que representam coisas boas e coisas negativas que há no planeta Terra, e a professora explicará que muitos dos estudos interplanetários são baseados em conhecimentos conhecidos sobre os aspectos da própria Terra, como um refletir para se pensar em outros contextos. A partir disso, cada grupo preencherá uma ficha (ver Apêndices) onde identificam os pontos que observam nas imagens, e que será socializado posteriormente. Imagem 1 - Problemas de extinção e conservação da natureza Imagem 2 - Problemas de ordem ambiental, ex. poluição, desmatamento.

Imagem 3 - Avanços científicos em biotecnologia,

Imagem 4 - Pandemias e epidemias

Imagem 5 - Crescimento populacional

Imagem 6 - Representações da biodiversidade

Aula 2

2º momento: Pontos-chave - Seguidamente, os estudantes serão questionados "*Quais deveriam ser as principais preocupações de cientistas que possuem a intencionalidade de chegar a outros planetas? E quais devem ser as nossas preocupações e interesses, enquanto cidadãos?*". Nesta etapa, os estudantes irão elencar tópicos para responder a esses questionamentos, pois esses tópicos simbolizam as variáveis que, caso modificadas, poderiam levar a solução do problema.

3º momento: Teorização - Através da mesma ficha, os estudantes serão sondados a responder, pensando em problemas ambientais e nas ações humanas, por exemplo, motivações prós e contras para a colonização. Eles receberão materiais de apoio referentes às temáticas das imagens da primeira etapa, como um material de referência para que busquem embasamentos às suas argumentações. Após preenchidas, as fichas dos grupos serão recolhidas, para que anonimamente a professora socialize com a turma todas as hipóteses que surgiram. A ideia é fundamentar uma discussão saudável para que a turma encare a perspectiva de colonização, sob diferentes óticas, mas que siga pelo direcionamento às ações humanas.

Aula 3

4º momento: Hipóteses de solução - Como podemos identificar problemas, a partir das motivações prós e contra apontadas, que podem ser resolvidos caso haja mudanças nas ações dos seres humanos? Nessa etapa os estudantes irão sugerir hipóteses para solucionar (ou justificar a resolução) dos argumentos fornecidos na etapa anterior.

Por exemplo: Problemas de ordem ambiental, como poluição > Realizar ações básicas, como fazer o descarte adequado do lixo > “*Mas o que isso tem a ver com colonizar outros planetas?*” > Ações sustentáveis são capazes de proporcionar um reflexo positivo ao mostrar que a sociedade é capaz promover a conservação da Terra, e assim, numa visão antropocêntrica, isso conseguiria conduzir a uma lógica frutífera para outros planetas.

5º momento: Aplicação à realidade - Nessa etapa final, os estudantes irão elaborar um cartaz ou mural, que justifique toda a proposta que foi discutida e, principalmente, exponham dois pontos principais: Quais as soluções que acreditam que podem solucionar os problemas apontados anteriormente? A partir dessas soluções, qual é sua consideração final sobre a colonização de outros planetas ser uma ideia positiva ou não?. A partir disso, irão socializar o material com toda a turma.

Base Nacional Comum Curricular

- **Competência:**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

- **Habilidade:**

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Utilizar uma metodologia pré-estabelecida permite traçar um percurso de contextualização para a realização de práticas de ensino, e a escolha desta metodologia se deu por esta possuir um “caráter problematizador que parte do estudo da realidade e aplicação do método científico em busca da resolução dos problemas, tornando a construção do conhecimento em uma perspectiva dialética, interdisciplinar e coletiva” (PESSANO *et al.*, 2015, p. 347), facilitando a abordagem do contexto proposto na sequência.

6.2.1.4 Sequência Didática IV

A quarta sequência elaborada, cujo tema é “Astrobotânica: como pensar as plantas em outros planetas?”, foi articulada a partir das apreensões de Mayato, Moraes e Nascimento-Dias (2020) para o tema estruturante Diversidade da vida, ao qual sugerem que “Dimensionar os problemas relacionados à biodiversidade, relacionando os processos fisiológicos utilizados pelos seres vivos com suas estratégias adaptativas” (Ibid., p. 10), neste caso, com o foco destinado às plantas enquanto seres vivos modelo.

Além disso, como base metodológica, foi utilizado os “Três Momentos Pedagógicos (3MPs)”, abordagem que oferece orientações aos professores, através de “indicações metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos a nível teórico e experimental” (Delizoicov; Angotti, 1990, p. 28), e cujas indicações baseiam-se nos seguintes momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Para tanto, a sequência buscou promover a compreensão sobre mecanismos adaptativos e fisiológicos das plantas, a pensar nestas enquanto modelos para as potencialidades de crescê-las em outros locais fora da Terra.

Quadro 14 – Sequência Didática IV sobre “Astrobotânica”.

TEMA – ASTROBOTÂNICA: Como pensar a vida das plantas em outros planetas?

Objetivo

- Assimilar um entendimento sobre as adaptações e os mecanismos fisiológicos das plantas a partir da perspectiva de como elas podem sobreviver em outros contextos fora do planeta Terra.

Ficha Técnica:

- **Assunto(s) específico(s) da Biologia:** Botânica; Fisiologia Vegetal;
- **Assunto(s) Extra:** Astrobotânica;
- **Série indicada:** 3ª série do Ensino Médio
- **Tempo de aula:** 3 aulas de 40 min
- **Abordagem Metodológica:** Três momentos pedagógicos (3MPs)

Aula 1 - Problematização inicial:

1º momento: Construir um momento dialógico com os estudantes a partir da explanação sobre como “*Cientistas dedicados a área da Astrobotânica, isto é, ao estudo da vida plantas e das interações de plantas em ambientes espaciais, buscam entender a resposta das plantas para voos espaciais humanos, bem como a possibilidade das plantas conseguirem sobreviver em outros planetas.*” Em seguida, questioná-los “*O que especificamente vocês acham que eles estudam? Assim, o que eles pensam para conseguir obter essas respostas de ‘como a vida poderia sobreviver fora da Terra’?*”.

2º momento: A turma será dividida em dois ou quatro grupos, e a professora distribuirá para cada grupo (com cópias para cada aluno) um artigo de notícia do site *Science Daily* (ver Apêndices). Os estudantes irão, então, realizar a leitura do artigo e responder entre os integrantes do grupo, as seguintes perguntas:

- Qual é o ponto principal de que o artigo trata?
- Quais são os termos presentes no artigo que vocês nunca ouviram falar antes?
- Quais os conhecimentos científicos que estão sendo realizados/utilizados no artigo?
- O que os cientistas estudaram/fizeram/descobriram que entender mais sobre como as plantas podem sobreviver em outros planetas?

As respostas serão socializadas entre os grupos, e posteriormente, registradas na ficha de interpretação textual (ver Apêndices). Após isso, os estudantes irão socializar com a turma e a professora o que interpretaram a partir do artigo o qual ficaram responsáveis.

Aula 2 - Organização do conhecimento:

3º momento: Retomar aos estudantes a contextualização sobre como pesquisas científicas, como as trabalhadas na aula anterior, serve para indicar aspectos sobre a evolução das plantas no Planeta Terra e sobre como esses entendimentos permitem inferir sobre as possibilidades da sobrevivência (e outras fases do seu ciclo de vida) em outros planetas. A partir disso, conduzir a discussão a respeito de como as plantas atuais apresentam uma série

de adaptações que tornaram possível a colonização delas no ambiente terrestre, e como compreender algumas dessas adaptações e processos que realizam, pode favorecer os estudos da Astrobotânica. Assim, realizar uma explicação de conteúdos, com uso de slides, como: 1) adaptações anatômicas referentes aos grupos de plantas e os 2) mecanismos fisiológicos das plantas.

4º momento: Dividir a turma em quatro grupos e realizar um Quiz em relação aos tópicos estudados. Será um momento de revisão do conteúdo, através da estratégia de gamificação, onde cada grupo poderá adotar um nome para identificação e ver quem conquista mais pontos.

5º momento: Com os grupos já formados, será proposto um desafio aos estudantes: a produção de um Mini Guia de Campo (ver Apêndices), que devido às habilidades mobilizadas durante a elaboração desta atividade, permite a atribuição de uma pontuação ou nota para compor a disciplina. Assim, a professora irá instruí-los sobre como desenvolver o material e o prazo de confecção, entrega e apresentação para a próxima aula.

Aula 3 - Aplicação do conhecimento

6º momento: Cada grupo pode apresentar à turma o Mini Guia de Campo que produziu. Uma alternativa para avaliação, em caso da professora desejar atribuir uma nota à atividade, é a utilização do método da rubrica para avaliar os estudantes, a partir do quadro elaborado para esta atividade.

7º momento: A professora conduz um diálogo final com os estudantes, retomando às etapas de desenvolvimento dessa sequência, e questiona aos estudantes *“Diante de tudo que foi visto nas últimas, como vocês percebem que os conhecimentos que vocês estudaram ampliou o entendimento sobre a Astrobotânica?”* de forma despretensiosa.

Base Nacional Comum Curricular

- **Competência:**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

- **Habilidade:**

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao reconhecer as potencialidades da Astrobiologia enquanto área dedicada a expandir o entendimento sobre as manifestações da vida e do cosmos, tornou-se coerente pensar sobre a necessidade de difundi-la no contexto do ensino de Biologia, principalmente ao considerar o contexto de algumas escolas situadas em João Pessoa, Paraíba. Em harmonia com esta intenção, os principais tópicos explorados pela Astrobiologia possuem uma articulação natural com os assuntos de Biologia e conseguem provocar os(as) estudantes a terem autonomia para refletir criticamente sobre eles mesmos, o Universo e além.

Constatou-se, no entanto, que antes de levar a temática ao espaço escolar para os(as) estudantes propriamente, seria importante refletir, amadurecer e favorecer a atualização da formação de professores, para que isso fornecesse aportes que os capacitasse a ter consciência sobre a temática e preparação para abordá-la. Assim surgiu a premissa deste trabalho.

Evidencia-se que o objetivo geral deste trabalho foi alcançado, dado a concretização do guia didático para professores que foi produzido a partir dos embasamentos obtidos ao longo da discussão promovida a partir da análise das entrevistas, em apoio ao referencial teórico levantado a respeito dos conteúdos curriculares, abordagens metodológicas e recursos didáticos que favorecem o ensino de Biologia sob o viés das questões astrobiológicas.

Enquanto área que tem se tornado crescente nas pesquisas, inclusive no campo da Educação, a Astrobiologia ainda caminha de forma tímida. Contudo, partindo do objetivo específico deste trabalho, através do desenvolvimento da pesquisa foi possível avaliar aspectos das trajetórias de professores que inferem concordância sobre esse “caminhar lento” das questões astrobiológicas ligadas ao ensino.

No entanto, embora a maioria dos professores de Biologia não possua conhecimento sobre a temática, eles desenvolvem práticas em que buscam utilizar recursos que instiguem os estudantes, e por isso, demonstram ser maleáveis para trabalhar esse tema multi, inter e transdisciplinarmente. Além disso, suas práticas docentes são instrumentos de análise para se repensar e/ou adaptar, no intuito da inserção da temática ocorrer a partir daquilo que já está sendo utilizado e assim promover uma flexibilidade de abordagem.

Ficou evidente que, mesmo os poucos professores que ouviram falar sobre a Astrobiologia, poucos sabiam do que se tratava. Apesar da tentativa de descrever a temática, baseando-se na terminologia e no que ela poderia sugerir, tornou-se explícito que não ocorre uma abordagem consciente das questões astrobiológicas por parte dos professores de Biologia que foram entrevistados. No entanto, a flexibilidade e o entusiasmo com que afirmaram ter

interesse em trabalhar a temática em suas aulas configura uma perspectiva de prosperidade, para que, através de trabalhos como este, a Astrobiologia possa ser ampliada nas discussões no campo da educação.

Para tanto, a construção do guia didático para professores como um produto desenvolvido a partir de aportes teórico-metodológicos sugeridos pelos participantes contribui para a sinalização dos direcionamentos que podem ser seguidos, ou funcionem como referência, para que as questões da Astrobiologia sejam trazidas à sala de aula, especialmente ao ensino de Biologia, o qual teve foco neste trabalho. Ademais, esse guia representa um subsídio desenvolvido na contramão às restrições dos inúmeros materiais que existem a respeito da Astrobiologia, mas que se encontram restritos à língua inglesa.

Não obstante, as contribuições deste trabalho simbolizam uma premissa de ampliar a literatura sobre esse vínculo entre a Astrobiologia e a Educação. Além disso, fundamenta-se como uma estratégia de fortalecer o processo educativo ao ser trabalhado, no espaço escolar, uma temática que se integra aos diversos conteúdos curriculares, contextualizando-os e proporcionando atribuir significados que permitem com que os indivíduos olhem para si mesmos e à sua volta, e para além do que se é possível olhar.

Por fim, ao retomar a indagação citada na parte inicial deste trabalho, “*Mas por que estudar sobre a vida pensando em outros planetas?*”, reitero em síntese que ponderar sobre as questões do Universo é refletir sobre nós mesmos, longe de um significado real que seja antropocêntrico, em que a oportunidade é a de conhecer para transformar.

Como ponto último, as recomendações para trabalhos futuros são apontadas para que as discussões e realizações práticas para a Astrobiologia, não apenas no Ensino Médio, mas em todos os níveis de ensino, sejam conduzidas com uma força maior. Além disso, que os fundamentos que estas questões permitem suscitar, sejam vistas como integralizadoras dos conhecimentos e saberes a serem transpostos.

De maneira prática, que os próximos trabalhos associados a esta temática desenvolvam mais recursos didáticos para facilitar a inserção da Astrobiologia, além de mais espaços em que se discutam sobre as pesquisas a partir de experiências de aplicações de sequências didáticas, metodologias e vivências com estudantes nos espaços de educação formal e informal.

REFERÊNCIAS

- ABELL, S. K.; BRYAN, L. A. Reconceptualizing the elementary science methods course using areflection orientation. **Journal of Science Teacher Education**, v. 8, n. 3, 153-166, 1997.
- ALMEIDA, R. P.; ROSA, M. N. M.; FERNANDES, I. F.; MARTIN, V. A. F. M. O papel dos seres extremófilos no entendimento da origem da vida, e sua influência para o desenvolvimento da vida extraterrestre na terra. **Caderno de Física da UEFS**, v.18, n. 02, pp. 2603.1-9, 2020.
- ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis. 2000.
- AMABIS, J. M; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M; TORRES, C. M.; SOARES, J.; CANTO, E. L.; LEITE, L. C. C. **Moderna plus: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor**. 1. ed., São Paulo: Moderna, 2020.
- AVILA, L. A. B.; MATOS, D. V.; THIELE, A. L. P. RAMOS, M. G. A interdisciplinaridade na escola: dificuldades e desafios no ensino de ciências e matemática. **Revista Signos**, Lajeado, ano 38, n. 1, 2017.
- BAUM, S. Teaching astrobiology in a sustainability course. **Journal of Sustainability Education**, v. 4, 22f, 2013.
- BEHRENS, M. A.; OLARI, A. L. T. A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade. **Revista Diálogo Educacional**, v. 7, n. 22, p. 53-66, 2007.
- BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização e os ensinamentos de Paulo Freire: uma relação mais que perfeita. In: BERBEL, N. A. N. (org.). Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações. Londrina: **EDUEL/COMPEd - INEP**, p. 1-28, 1999.
- BERBEL, N. A. N. B. GAMBOA, S. A. S. A metodologia da problematização com o Arco de Magueréz: uma perspectiva teórica e epistemológica. **Filosofia e Educação (Online)**, v.3, n. 2, p. 264-287, 2012.
- BRASIL. Governo Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: 1996.
- BRASIL. **Lei 13.415**. Diário Oficial da União, 17.2, , Seção 1, p.1., 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BORDENAVE, J.D.; PEREIRA, A. M. Estratégias de ensino aprendizagem. 4. ed. Petrópolis: **Editora Vozes**, 1982.
- CARVALHO, G. S. A transposição didática e o ensino da biologia. In: CALDEIRA, A. M. A. **Introdução a didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras Editora, 2015, 382p.

CARRAPIÇO, F.; LOURENÇO, A.; FERNANDES, L.; RODRIGUES, T. A journey to the origins. The astrobiology paradigm in education. *In: Proceedings of SPIE*, “Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV”, San Diego, p. 295-300, 2001.

CAON, J. L. Da existência analfabética à existência alfabetizada. **Revista do GEEMPA**, v. 6, p. 37-70, 1998.

CALLON, M.; LASCOUMES, P.; BARTHE, Y. Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy. Paris: **Seuil**, 2001.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. Astrobiologia e ensino de ciências: articulações no paradigma educacional emergente. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 22, n. 72, p. 169-194, 2022.

CHEFER, C. **Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, f. 264, 2020.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, e39005, v. 24, 2022.

CHYBA, C. F.; HAND, K. P. Astrobiology: The Study of the Living Universe. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, California, vol. 43, p. 31-74, 2005.

COCKELL, C. Astrobiology — a new opportunity for interdisciplinary thinking. **Space Policy**, 18(4), 0–266, 2002.

COSTA, C. **Educação, imagem e mídias**. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Editora Cortez, 1990.

DES MARAIS D. J.; WALTER, M. R. Astrobiology: exploring the origins, evolution, and distribution of life in the Universe. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 30, p. 397-420, 1999.

DOMINGUINI, L. Fatores que evidenciam a necessidade de debates sobre o livro didático. *In: Congresso Internacional de Filosofia e Educação*, 5. **Anais [...]**, Caxias do Sul, RS. 2010, 16p.

DUSO, L.; CLEMENTE, L.; PEREIRA, P. B.; ALVES FILHO, J. P. MODELIZAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE DIDÁTICA NO ENSINO DE BIOLOGIA. **Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências** (Belo Horizonte), v. 15, n. 2, p. 29–44, 2013.

FAZENDA, I. C. A. (org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas, SP: Papirus, 1998.

FERRETTI, A. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 93, 2018.

FERREIRA, P. R. **A astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Astronomia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FONTENELE, C. L. B. R. Covid-19: relação meio ambiente e educação ambiental. **Revista Eletrônica do Ministério Público do Estado do Piauí**, 242-249, 2021.

FREITAS, F. M. Transposição Didática e o Ensino de Ciências. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7. **Anais [...]**, Maceió, AL.: Editora Realize, 2020.

FRIAÇA, A. C. S. Subjetividade no reconhecimento da vida no Universo. **Revista Brasileira de Psicanálise**, ed. 44 v.3, 2010.

GALANTE, D.; RODRIGUES, E. P.; HORVATH, J. E.; AVELLAR, M. G. B. (org). **Astrobiologia: uma ciência emergente**. São Paulo: Tikinet, 2016.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v.35, n. 1, 19-26, 2013.

GONÇALVES, A. H. S.; MEDEIROS, R. C.; MEDEIROS, L. A. S. F. Contribuições da Astrobiologia para o ensino de Biologia: potencialidades e aplicações curriculares. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 17, 11 de maio de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/17/contribuicoes-da-astrobiologia-para-o-ensino-de-biologia-potencialidades-e-aplicacoes-curriculares>. Acesso em: 21 set. 2022.

IRIBARRY, I. N. Aproximações sobre a Transdisciplinaridade: Algumas Linhas Históricas, Fundamentos e Princípios Aplicados ao Trabalho de Equipe. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 3, p. 483-490, 2003.

KAUFMAN, M. **History of Astrobiology**. Astrobiology at NASA, 2022. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/about/history-of-astrobiology/>. Acesso em: 21 set. 2022.

LAFLEUR, L. J. Astrobiology. **Leaflets of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 3, n. 143, p. 333-340, 1941.

LACERDA A. L.; WEBER, C.; PORTO, M. P.; SILVA, R. A. A importância dos eventos científicos na formação acadêmica: estudantes de biblioteconomia. **Revista ACB**, v. 13, n. 1, p. 130-144, 2008.

LINGAM, M.; LOEB, A. What's in a name: the etymology of astrobiology. **International Journal of Astrobiology**, 1-7, 2020.

LOPES, L. C. **O uso de recursos didáticos na motivação da aprendizagem em ciências**. Dissertação (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2019, 33p.

LUCA, A. G.; PINO, J. C. Experimentação no ensino de ciências: trajetórias de formação que constituem o fazer pedagógico. **Revista Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 2, p. 486-498, 2021.

MARCHIORI, P. Z.; ADAMI, A.; FERREIRA, S. M.; CRISTOFOLI, F. Fatores motivacionais da comunidade científica para publicação e divulgação da sua produção em revistas. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 14, 2006, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, 2006. Disponível em: <http://repositorio.febab.org.br/items/show/5245>. Acesso em: 02 maio 2023.

MAGUEREZ, C. **La promotion technique du travailleur analphabete**. Paris: Editions Eyrolles, 1966.

MARTINS, A. F. P. Ensino de Ciências: Desafios à formação de professores. **Educação em Questão**. Natal, v. 23, n.9, p. 53-65, 2005.

MAYATO, B.; MORAES, M.; NASCIMENTO-DIAS, B. L. O contexto astrobiológico como ferramenta estratégica para o Ensino de Biologia: uma perspectiva do currículo brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 9, n.1, 2020.

MEADOWS, A. J. Canais da comunicação científica. *In*: A comunicação científica. Brasília: **Briquet de Lemos Livros**, 1999, 286p.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 9, n. 2, 191-211, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: UNESCO, Cortez, 1999.

NÓBREGA, M. R. O.; SUDÉRIO, F. B. análise de uma sequência didática no ensino do sistema cardiovascular. **Revista Exitus**, Santarém/PA, Vol. 10, p. 01-31, e020099, 2020.

ORLANDO, T. C. Modelos didáticos 3D em biologia celular, molecular e genética: uma estratégia interativa para inclusão de alunos com deficiência visual. *In*: **Práticas inclusivas no ensino de ciências e biologia**. São Paulo: Editora Pimenta Cultural, p. 54-75, 2020.

PESSANO, E. F. C.; LANES, K. G.; LANES, D. V. C.; FOLMER, V.; PUNTEL, L. A contextualização como estratégia para a formação continuada de professores em uma unidade de atendimento socioeducativo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 340-360, 2015.

PIERSON, A.; NEVES, M. R. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1 n. 2, 120-131, 2001.

PINHEIRO, R. M.; ECHALAR, A. D. L. F.; QUEIROZ, J. R. O. As políticas públicas de livro didático no Brasil: editais do PNLD de Biologia em questão. **Educar em Revista**, 37, e81261, 2021.

RINALDI, A. Space life holds its breath. Pressured by scepticism, budget cuts and the need to prove itself, astrobiology is coming to a crossroads. **EMBO Reports**, v. 8, n. 5, p. 436–440, 2007.

RODRIGUES, L. Z. **O professor e o uso do livro didático de Biologia**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2015, 339 f.

RODRIGUES, T.; CARRAPIÇO, F. Teaching astrobiology: a scientific and a cultural imperative. *Astrobiology and Planetary Missions*. **Proceedings of the SPIE**, v. 5906, pp. 146-149, 2005.

ROSA, C. A.; SCHEMIGUEL, K.; EMILIO, M. Astrobiologia: representações sociais e contribuições para a formação de professores de ciências e biologia. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v. 11, n. 3, 20p., 2021.

SANTOS, C. M. D.; ALABI, L. P.; FRIANÇA, 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**, v. 15, n. 04, p. 251–260, 2016.

SANTOS, M. I. **Temas atuais no ensino de Biologia**: abordando a astrobiologia no contexto da origem da vida. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

SANTOS, Y. S. **Sequências didáticas investigativas para o estudo de evolução no ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). 2022, 60 f.

SANTOS, V. M.; SANTOS, M. I.; RIBEIRO, N. A.; PEREIRA, A. F.; ANDRADE, E. C. D.; COUTINHO, F. A.; SILVA, F. A. R. Introduzindo uma questão socioambiental no ensino de biologia: uma sequência didática para a educação sociopolítica. *In*: COUTINHO, F. A.; SILVA, F. A. R. **Sequências didáticas** : propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas. (org.). Belo Horizonte: FAE/UFMG, pp. 17-32, 2016.

SAMPAIO, L. G. **Diversidade de Materiais Didáticos do Programa Residência Pedagógica do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. 2022, 51 f.

SILVA, D.; BORGES, J. Base Nacional Comum Curricular e competências infocomunicacionais: uma análise de correlação. Intercom: **Revista Brasileira De Ciências Da Comunicação**. São Paulo, v. 43, n. 3, p.99-114, 2020.

SILVA, I. D.; ZANDEVALLI, C. B.; QUEIRÓS, W. P. Astrobiologia e Ensino de Ciências: Um estudo a partir de teses e dissertações no contexto nacional. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – Edição online, 13. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2021.

SILVA, L. M. A. **Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia**: contextualizações para a educação básica. Tese de Dissertação (Mestrado em Astronomia) - Universidade de São Paulo, SP, 2018.

SILVEIRA, T. R. C. **O ensino de ecologia pela abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA)**: uso da metodologia da problematização na aprendizagem. Tese de Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO) - Universidade Federal da Paraíba, PB, 2021.

SOUZA, J. G. **Astrobiologia**: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o cosmos e o ensino de ciências. 2013. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2013.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar**. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: "INFÂNCIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS". 13. Maringá, PR, 2007.

STALEY, J. T. Astrobiology, the transcendent science: the promise of astrobiology as an integrative approach for science and engineering education and research. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 14, n. 3, p.347-54, 2003.

STUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: almejando a abordagem de ensino por investigação na educação básica. **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 27, n. 2, p. 93-115, 2022.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 39, 545-598, 2008.

YARED, I. O que é interdisciplinaridade? In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

APÊNDICES

ANEXO I: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DA EDUCAÇÃO
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) **PARTICIPANTE DE PESQUISA,**

A pesquisadora **Andréa Karla da Costa Brandão** convida você a participar da pesquisa intitulada **“Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático”**. Para tanto você precisará assinar o TCLE que visa assegurar a proteção, a autonomia e o respeito aos participantes de pesquisa em todas as suas dimensões: física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural e/ou espiritual – e que a estruturação, o conteúdo e forma de obtenção dele observam as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos preconizadas pela **Resolução 466/2012 e/ou Resolução 510/2016**, do Conselho Nacional de Saúde e Ministério da Saúde.

Sua decisão de participar neste estudo deve ser voluntária e que ela não resultará em nenhum custo ou ônus financeiro para você (ou para o seu empregador, quando for este o caso) e que você não sofrerá nenhum tipo de prejuízo ou punição caso decida não participar desta pesquisa. Todos os dados e informações fornecidos por você serão tratados de forma anônima/sigilosa, não permitindo a sua identificação.

Objetivo da pesquisa: Esta pesquisa tem por objetivo analisar as perspectivas que podem ser trazidas pelos professores de Biologia para a abordagem da temática interdisciplinar e multidisciplinar da Astrobiologia, no intuito de avaliar as potencialidades de conexões entre os conteúdos ministrados na disciplina de Biologia no Ensino Médio com questões trazidas por esta temática, que partem de questionamentos sobre a vida e origem na Terra, e as possibilidades de vida fora do nosso planeta. Com isso, estas análises servirão com o propósito de elaboração de um Guia Didático voltado para orientar os professores a trabalhar a temática nos conteúdos de Biologia nas séries do Ensino Médio em escolas estaduais de João Pessoa - PB

Metodologia da pesquisa: Trata-se de uma pesquisa qualitativa que será realizada com professores de Biologia do Ensino Médio de escolas estaduais de João Pessoa-PB. Consistirá em uma avaliação, através de entrevistas estruturadas, da concepção que os professores de Biologia têm sobre práticas interdisciplinares e a própria abordagem da temática da Astrobiologia em sala de aula, com a finalidade de elaboração de um Guia Didático que sirva como ferramenta para eles posteriormente. Os dados obtidos pelos professores serão analisados através do método da análise textual discursiva (ATD), para que com o levantamento bibliográfico, possa contribuir para a organização e sistematização de conteúdos e propostas de atividades para compilar o material didático a ser elaborado.

Riscos ao(à) Participante da Pesquisa

Os riscos do projeto são mínimos, semelhantes aos que ocorrem comumente no dia-a-dia, visto que a interação com o público-alvo da pesquisa se dará somente através das entrevistas estruturadas que serão realizadas, e as etapas seguintes do projeto se darão de forma autônoma pela autora. Assim, essa pesquisa não possui caráter invasivo e não representa danos de caráter moral, físico, emocional ou socioeconômico ao participante voluntário.

Contudo, caso o participante se sinta desconfortável com alguma das perguntas sendo feitas durante a etapa da entrevista, ele terá total autonomia para abandonar a pesquisa. Resumindo, não há riscos palpáveis que cabem ser descritos.

Benefícios ao(a) Participante da Pesquisa

Os benefícios do projeto estão relacionados a entender como a concepção de professores sobre a condução de aulas a partir de uma temática pouco abordada no ensino, como a Astrobiologia, pode contribuir para melhorar esse quadro. Além disso, a elaboração de um material didático em formato digital a partir da concepção dos professores pode servir para aproximá-los da experiência trazida pelo material desenvolvido, cujo intuito é necessariamente orientar esses profissionais através de propostas de atividades capazes de melhorar o desempenho deles e, principalmente, estimular os alunos em sala de aula. Assim, essa é uma pesquisa de baixo custo, com uma coleta de dados rápida.

Informação de Contato do Responsável Principal e de Demais Membros da Equipe de Pesquisa

Maria de Fátima Camarotti – DME/CE/UFPB – fcamarotti@yahoo.com.br – (81) 99138-8849

Andréa Karla da Costa Brandão – CCEN/ UFPB - andreakarla@live.com – (83) 99895-1839

Endereço e Informações de Contato do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/CCS/UFPB

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

Centro de Ciências da Saúde (1º andar) da Universidade Federal da Paraíba Campus I –

Cidade Universitária / CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB

Telefone: +55 (83) 3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Horário de Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h.

Homepage: <http://www.ccs.ufpb.br/eticaccsufpb>

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao colocar sua assinatura ao final deste documento, **VOCÊ**, de forma voluntária, na qualidade de **PARTICIPANTE** da pesquisa, expressa o seu **consentimento livre e esclarecido** para participar deste estudo e declara que está suficientemente informado(a), de maneira clara e objetiva, acerca da presente investigação. E receberá uma cópia deste **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**, assinado pelo(a) Pesquisador(a) Responsável.

João Pessoa-PB, 13 de Outubro de 2022.

Assinatura, por extenso, do(a) Participante da Pesquisa

Maria de Fátima Camarotti

Assinatura, por extenso, do(a) Pesquisador(a) Responsável pela pesquisa

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista estruturada destinada aos professores de Biologia de escolas estaduais de João Pessoa - PB



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Esse questionário faz parte da pesquisa intitulada “**Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático**” sob responsabilidade da pesquisadora **Maria de Fátima Camarotti** e da assistente de pesquisa **Andréa Karla da Costa Brandão**. Trata-se de um subsídio para orientar a condução da entrevista a ser realizada com o público-alvo deste trabalho, que são professores de Biologia de escolas estaduais de João Pessoa - PB.

PERGUNTAS	OBJETIVOS	ARTICULAÇÃO
• Questões pessoais (nome e idade)		
• Questões direcionadas		
1. Qual a sua formação inicial? Há quanto tempo trabalha como professor(a) de Biologia na educação básica?	Identificar o tempo de experiência atuando em sala de aula ministrando conteúdos de Biologia para inferir associações sobre a disposição dos professores em suas práticas.	O tempo de experiência em sala de aula é capaz de pressupor aspectos como a flexibilidade que um professor pode ter ou não para utilizar metodologias diferentes ou mesmo abordar temáticas diferentes, como seria o caso da Astrobiologia.
2. Com que frequência você desenvolve práticas interdisciplinares nas suas aulas de Biologia? Poderia citar exemplos?	Identificar a frequência com que as práticas interdisciplinares são utilizadas pelos professores de Biologia.	O papel da interdisciplinaridade em articular diferentes campos do saber para uma compreensão global de determinado fenômeno já pode ser caracterizado como premissa para que um tema como a Astrobiologia possa ser abordado pelo professor, o que se torna algo flexível caso o professor já tenha o costume de desenvolver atividades sob esse viés interdisciplinar.
3. Você já ouviu falar em Astrobiologia? Caso sim, há quanto tempo foi isso? Poderia também descrever o que é a Astrobiologia?	Identificar quantos professores de Biologia sabem sobre a existência desse campo interdisciplinar e multidisciplinar que é a Astrobiologia e se estes professores conseguem	Pergunta-chave para saber se a temática já é bem conhecida entre os professores de Biologia, principalmente pela temática já conter a palavra “biologia” em sua nomenclatura, indicando de antemão características do seu propósito.

	descrever coerentemente esta área.	
4. Você já trabalhou com a temática da Astrobiologia em suas aulas? Se sim, como foi a abordagem?	Identificar quais abordagens os professores de Biologia estão utilizando e poderiam utilizar para trabalhar a Astrobiologia em suas aulas.	Verificar o quantitativo de professores que já trabalharam a temática fortalece a ideia dessa abordagem, além de aumentar as possibilidades de se estar pensando sobre como melhorar abordagens já existentes e sugestão de novas a serem desenvolvidas.
5. Você consegue pensar em formas de trazer as questões da Astrobiologia para as suas aulas de Biologia? Se sim, quais assuntos específicos você consegue articular com propostas de atividades?	Identificar como professores de Biologia veem que a Astrobiologia pode ser articulada aos conteúdos comuns que são ministrados na disciplina de Biologia.	Elencar os assuntos que podem ser trabalhados unindo os conteúdos que são determinados pelo currículo e o que a temática da Astrobiologia propõe, facilitando a organização dessas propostas para que atividades sejam desenvolvidas em cima disso.
6. Com que frequência você se atualiza com relação às práticas de ensino e às produções científicas? Qual meio você utiliza para isso?	Identificar como os professores de Biologia se mantêm bem informados com o progresso das discussões de temáticas que giram em torno das questões da biologia.	Esse questionamento pode ser um indicativo para afirmar que professores que estão em contato com as produções científicas que estão sendo feitos serão mais propensos a já terem ouvido falar sobre a Astrobiologia, já que a temática ainda é considerada como algo “emergente”.
7. É comum você participar de eventos como simpósios e congressos? Se sim, você costuma produzir trabalhos científicos a partir da sua experiência em sala de aula?	Identificar se os professores em atuação se mantêm atualizados com o que está sendo feito na academia e se as práticas realizadas por eles nas escolas estão sendo divulgadas e compartilhadas para além do ambiente escolar.	Isso pode inferir sobre como os professores estão contribuindo para o compartilhamento de ideias por meio de suas próprias experiências, enriquecendo nas contribuições sobre entender as práticas de ensino e principalmente a inserção de uma temática diferente no contexto da educação brasileira, por atuarem em escolas da rede estadual.
8. Como você descreveria a importância dos materiais didáticos para a sua prática docente? Qual é o material que você mais	Identificar o quão importante os materiais didáticos são para os professores de Biologia e se existe uma relação de dependência entre	Inferir sobre a relação de dependência que existe entre professores da educação básica e materiais didáticos como os livros escolares, considerando a problemática que há sobre muitas

utiliza no dia a dia?	professores e materiais como os livros didáticos.	abordagens dos professores em sala de aula conterem erros devido a reprodução do que se está incluído nos livros didáticos.
9. Além dos materiais didáticos, você utiliza outros recursos para embasar as suas aulas de Biologia? Se sim, quais?	Identificar quais são os recursos utilizados pelos professores de Biologia para planejamento e organização de conhecimentos prévios a serem abordados em aula.	Tecer um reconhecimento de todos os materiais que os professores de biologia utilizam, no intuito de validar se outros materiais complementares, que não apenas os livros didáticos, também são fontes de apoio confiáveis para eles.
10. Você estaria aberto a realizar atividades sob um viés interdisciplinar a partir de uma temática neste caso, da Astrobiologia, com o auxílio de um guia desenvolvido para professores?	Identificar se os professores estariam interessados em aplicar atividades sobre a temática interdisciplinar da Astrobiologia, através de um material desenvolvido pensando na atuação deles.	Esse questionamento indicaria um aceite do professor em realizar atividades para inserção da temática da Astrobiologia em suas aulas, isso considerando que o segundo foco deste trabalho é o desenvolvimento de um Guia Didático voltado para os professores de Biologia.

ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

GUIA PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA



2023

Andréa Brandão
Fátima Camarotti

ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

GUIA PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA

1ª Edição

2023

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste recurso didático para que professoras/es de Biologia trabalhem a temática da Astrobiologia nas aulas da disciplina no Ensino Médio, surgiu através da pesquisa de graduação intitulada, "Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático" realizada em 2023. Assim, trata-se de um produto, enquanto proposta flexível para que professoras/es utilizem e adaptem às suas aulas, fruto de um Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso (TACC) ligado ao curso de graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, sob orientação da Profª Drª Maria de Fátima Camarotti.

A pesquisa que possibilitou o desenvolvimento deste guia didático foi desenvolvida sob dois segmentos: à princípio, averiguando a percepção de seis professores de Biologia atuantes de três escolas da rede pública de João Pessoa-PB em relação a temática da Astrobiologia, articulando também as concepções e experiências individuais de cada um a respeito das suas trajetórias formativas e práticas docentes; e por fim, a elaboração deste guia, como um recurso capaz de possibilitar a abordagem da temática, utilizando como referência as informações obtidas no segmento anterior.

Aos que se interessarem por ler a pesquisa completa, podem acessá-la através do Repositório da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), especificamente na seção de TCC do curso de Ciências Biológicas. Outra alternativa é entrar em contato através do endereço eletrônico andreakarla@live.com.

SOBRE AS AUTORAS



ANDRÉA BRANDÃO

Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atuei em programas como PIBID e Residência Pedagógica. Apesar da pluralidade de experiências, possuo como áreas de maior interesse a Astrobiologia, o Ensino de Ciências e Biologia, a Filosofia da Educação, e questões de Gênero e Sexualidade.

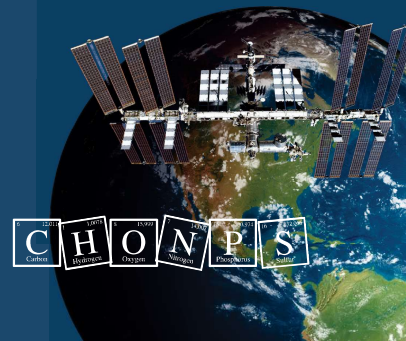


FÁTIMA CAMAROTTI

Professora Associada IV da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Istituída no Departamento de Metodologia da Educação (DME/CE). Coordenadora e professora permanente do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFEBIO). Desenvolve pesquisas com o Ensino de Ciências e Biologia e Educação Ambiental.

APRESENTAÇÃO AOS PROFESSORES

O "Ensino de Astrobiologia: guia para professores de Biologia" é um recurso que apresenta quatro propostas de sequências didáticas (SD) para trabalhar os conteúdos curriculares da disciplina de biologia, a partir de um viés norteado pelo questionamento "Como os estudantes podem entender mais sobre a Astrobiologia ao estudarem determinado conteúdo curricular da própria disciplina de Biologia?". Dessa forma, para além das propostas de SD, o material foi estruturado de modo a fornecer aportes necessários aos professores que desejam abordar a temática sob um caráter interdisciplinar.



LEGENDA DE ÍCONES



INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS



OBJETIVOS DA SD



ORGANIZAÇÃO DA SD



ETAPAS DA SD



RECURSOS NECESSÁRIOS



COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC



ARTIGOS CIENTÍFICOS E OUTRAS LITERATURAS



VÍDEOS DO YOUTUBE



ACESSO A LINKS



JOGOS E DINÂMICAS

SUMÁRIO

1. O QUE É ASTROBIOLOGIA?	08
2. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SDs)	09
2.1 SD I	10
2.2 SD II	15
2.3 SD III	19
2.3.1 O QUE É O ARCO DE MAGUIREZ?	21
2.4 SD IV	24
2.4.1 O QUE SÃO OS 3 MOMENTOS PEDAGÓGICOS?	26
5. SUGESTÕES DE RECURSOS	29
6. APÊNDICES	

O QUE É ASTROBIOLOGIA?

É uma ciência emergente que inquieta indivíduos de diversas áreas do conhecimento devido a sua pluralidade "misturando saberes da física, biologia, astronomia, química, geografia, filosofia e diversas outras que conseguem se enquadrar na colaboração mútua para a compreensão da vida num contexto cósmico" (SILVA, 2018, p. 21), pois é "na realidade, uma 'metadisciplina' usando toda ciência útil, onde ela puder ser encontrada" (GALANTE et al. 2016). Através da Astrobiologia, pesquisadores de diferentes áreas de formação partem para um diálogo que visa agregar para um mesmo direcionamento, que é responder as questões astrobiológicas.

“

"Como a vida começa e se desenvolve? Existe vida em outros lugares do Universo? Qual é o futuro da vida na Terra e no espaço?"

(DES MARAIS; WALTER, 1999, p. 399)

ASSUNTOS DAS PESQUISAS EM ASTROBIOLOGIA

1. Nascimento e morte de estrelas e reciclagem dos elementos;
2. Formação de sistemas planetários;
3. Origem e evolução da vida;
4. Busca por bioassinaturas extraterrestres;
5. Planetas e satélites habitáveis dentro e fora do Sistema Solar;
6. Geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra primitiva;
7. Extinções em massa e diversidade da vida;
8. Evidências fósseis e geoquímicas de vida primitiva;
9. Biosfera da Terra primitiva;
10. Vida em ambientes extremos;
11. Proteção planetária.

Fonte: Adaptado de Staley (2003).



SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD)



SD I

PAPÉIS E POTENCIAIS DOS MICROORGANISMOS PROCARIOTES



Enquanto seres microscópicos que habitam um mundo invisível, os procariontes desempenham um papel crucial para a compreensão da vida, mas seriam eles apenas agentes de doenças ou potenciais colonizadores de outros planetas? A resposta está nos estudos com esses microrganismos, que contribuem para revelar mecanismos biológicos fundamentais e assim lançar luz sobre a complexidade da vida em ambientes diversos, o que favorece as discussões no contexto da Astrobiologia.

Na Terra, esses procariontes desempenham papéis no equilíbrio ecológico e apresentam uma diversidade notável, cuja presença a partir da capacidade de se adaptar aos ambientes, é fundamental para a manutenção da vida. A compreensão da diversidade e do potencial que apresentam oferece uma abertura para o entendimento da vida em escala cósmica. Além disso, através dos avanços tecnológicos que aumentaram as possibilidades de exploração de ambientes extremos na Terra, como regiões profundas dos oceanos, novas descobertas sobre adaptabilidade e sobrevivência dos procariontes têm sido reveladas, o que enriquece os conhecimentos sobre esses microrganismos e viabiliza a sua correlação outras com as possibilidades para além do planeta Terra.

SD I

SD I

PAPÉIS E POTENCIAIS DOS MICROORGANISMOS PROCARIOTES

Ficha Técnica



Série indicada: 3ª série do Ensino Médio Regular
Quantidade de aulas: 4 aulas (40min cada aula)

Assunto(s) específico(s) da Biologia:

Características, importância e aspectos biológicos de microrganismos: Teoria da Endossimbiose; organismos extremófilos.

Assunto(s) Extra:

O papel das mulheres na Ciência e das pesquisas brasileiras



Ampliar os conhecimentos sobre microrganismos procariontes e extremófilos.



• Etapa 01
Estudantes compreendem sobre os microrganismos enquanto seres vivos • Inclui duas aulas e quatro momentos.

• Etapa 02
Estudantes compreendem a importância dos microrganismos e os múltiplos papéis podem desempenhar • Inclui duas aulas e três momentos.



Notebook, computador, projeto; imagens impressas, fichas impressas; lápis de quadro.



Competência(s) da BNCC	Habilidade(s) da BNCC
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamental e defender decisões éticas e responsáveis.	(EMISNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

de acompanhamento, à medida que a professora conduzirá uma aula expositiva-dialogada onde irá discutir as proposições do questionamento anterior. A ideia é partir das características gerais para a existência e sobrevivência da vida, aprofundando para as características biológicas de microrganismos como bactérias e arqueias.

- Apresentar a árvore filogenética dos domínios da vida para expor a diferença entre os grupos de bactérias e arqueias, para contextualizar melhor a aula;

- Exibir vídeo do Amoeba Sisters sobre "Teoria Endossimbiótica" ou mesmo utilizar o recurso alternativo da tirinha para tratar deste assunto.

AULA 2

3º momento: Neste momento, será a hora de retomar as hipóteses respondidas pelos estudantes. A professora deverá entregar as duplas não-correspondentes as fichas de resposta, para que outros colegas façam a verificação da hipótese. Após finalizado, a turma irá socializar as ideias.

4º momento: Em seguida, será entregue aos estudantes o roteiro (ver Apêndices) para realização de uma prática para isolamento de cultura de bactérias. Os estudantes irão coletar amostras de diferentes superfícies para cultivar o crescimento bacteriano em placas de Petri, que deverá ser aguardado em um período de uma semana, e será visualizado em outro momento.

Etapa 02 - Estudantes compreendem a importância dos microrganismos e os múltiplos papéis que podem desempenhar

AULA 3

5º momento: Os estudantes irão avaliar os resultados dos meios de cultura de bactérias, e isso fornecerá subsídios para que a professora explique que esses microrganismos são estudados de forma semelhante (através do seu cultivo) e é partir de experimentos assim que nascem os resultados de pesquisas e sua contribuição para a ciência.

6º momento: Questionar os estudantes "Qual a importância da existência das bactérias? Elas existem só para causar doenças?". A partir disso, a professora entregará uma ficha aos estudantes, desta vez organizados em grupos de quatro ou cinco estudantes. Esse será um momento de aula invertida, em que os próprios estudantes irão pesquisar sobre a importância dos...

13



14

microrganismos, para depois socializar com a turma. Essa etapa pode envolver pesquisa na internet caso o espaço escolar disponibilize esse acesso aos estudantes, ou pode ser uma atividade realizada com recursos sendo disponibilizados pela professora, por exemplo, artigos científicos adaptados do site Science Direct (pode ser uma alternativa melhor devido a seleção que será feita dos artigos).

Etapa 03 - A vida microbiana nos extremos

AULA 4

7º momento: Para promover a compreensão dos estudantes sobre os microrganismos como potenciais colonizadores a partir dos extremófilos, a professora começará questionando "Considerando a diversidade de microrganismos e todos os papéis que eles podem desempenhar, vocês acreditam que eles podem fazer a gente conseguir viver em outros planetas?".

Nesse momento, será conduzida uma aula expositiva-dialogada sobre como os microrganismos extremófilos têm sido estudados para que a gente consiga entender esse potencial deles serem levados a outros planetas.



- Discutir sobre a pesquisa da cientista brasileira Amanda Bandia "A vida microbiana em um vulcão antártico: diversidade e adaptação procarionte na Ilha Deception" que pode favorecer o entendimento sobre o potencial de microrganismos extremófilos. Além disso, trabalhar esse ponto permite fortalecer a ideia de como as mulheres têm atuado com intensidade nas pesquisas científicas e incentivar essa inserção.

- Por fim, aplicar o Jogo dos Extremófilos e discutir com os estudantes sobre o potencial desses microrganismos, em comparação a outros organismos vivos.



Imagem (B) Deception na Antártica.
Fonte: <https://br.istockphoto.com/imagens/1252530149/6480477/>. Acesso em 20 mai 2023.

15

SD II

COMPREENSÕES SOBRE O QUE A VIDA REPRESENTA



SD II

COMPREENSÕES SOBRE O QUE A VIDA REPRESENTA

Ficha Técnica

As buscas por uma compreensão do significado de "vida" transcendem fronteiras, ao lançar o desafio de exploração do desconhecido e de investigação dos mistérios do universo. Nesse sentido, a Astrobiologia fornece o pontapé, que se conecta ao ensino de Biologia para estimular as reflexões e questionamentos sobre o que a vida representa, não apenas na Terra, mas além dela. Além disso, ao tratar das fronteiras terrestres e de outros planetas, é possível aprofundar os conhecimentos acerca de conceitos biológicos fundamentais, como adaptação, evolução e a própria definição para o conceito de vida.

SD II

Atividade: Produção de mapa mental.

Etapa 02 - Refletir sobre o alcance do conceito de vida.

AULA 3

3º momento - Expor aos estudantes vídeos do crescimento bacteriano e fúngico, e questioná-los "Os microrganismos possuem vida? E os vírus?" para estimular a discussão que conduza a uma explicação expositiva-diálogada acerca das principais características biológicas sobre microrganismos. Como revisão final, os estudantes participarão de um quiz de revisão utilizando slides.

Atividade: Quiz de revisão

Etapa 03 - A vida em outros planetas

AULA 4

4º momento: A professora deve trabalhar disponibilizando recursos (imagem, artigo, conto, etc) como evidências para trabalhar a "vida extraterrestre". Cada grupo, baseado nas discussões que existem na sociedade sobre a vida extraterrestre, deverá articular o que pensa sobre a possibilidade de existência de uma vida extraterrestre, o que entende sobre esse conceito e quais os argumentos e fatores que (des)favorecem a crença nisso.

Atividade: Ficha de hipóteses (ver Apêndices) e argumentos acerca das evidências para a vida extraterrestre.

SD III

ASTROBIOLOGIA E BIOÉTICA: A COLONIZAÇÃO DE OUTROS PLANETAS É UMA BOA IDEIA?

Ficha Técnica

Série indicada: 3ª série do Ensino Médio Regular
Quantidade de aulas: 3 aulas (40min cada aula)

Assunto(s) específico(s) da Biologia:
Bioética.

Assunto(s) Extra:
Educação ambiental; relação humano-sociedade-natureza; questões CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente).

Abordagem metodológica:
Arco de Maguerez

Pensar as questões bioéticas por trás dos movimentos científicos intencionados para a colonização de outros planetas, a partir de temas que concernem a Biologia.

1ª aula - 1 momento;
2ª aula - 2 momentos;
3ª aula - 2 momentos.

Notebook, computador, projetor; imagens impressas, fichas impressas; lápis de quadro.

Competência(s) da BNCC	Habilidade(s) da BNCC
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

SD II

COMPREENSÕES SOBRE O QUE A VIDA REPRESENTA

Ficha Técnica

Série indicada: 2ª série do Ensino Médio Regular
Quantidade de aulas: 4 aulas (40min cada aula)

Assunto(s) específico(s) da Biologia:
Conceito de vida; Classificação dos seres vivos; Diversidade da vida.

Assunto(s) Extra:
Ficção científica.

Discernir sobre o conceito da vida a partir das características essenciais que promovem a existência, sobrevivência e diversidade dos seres vivos.

Etapa 01
Questionar os estudantes para identificar o que eles reconhecem como "vida" (1 aula, 2 momentos)

Etapa 02
Refletir sobre o alcance do conceito de vida (1 aula, 1 momento)

Etapa 03
A vida em outros planetas (1 aula, 1 momento)

Notebook, computador, projetor; imagens impressas, fichas impressas; lápis de quadro.

Competência(s) da BNCC	Habilidade(s) da BNCC
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

SD III

ASTROBIOLOGIA E BIOÉTICA: A COLONIZAÇÃO DE OUTROS PLANETAS É UMA BOA IDEIA?

SD III

ASTROBIOLOGIA E BIOÉTICA: A COLONIZAÇÃO DE OUTROS PLANETAS É UMA BOA IDEIA?

Ficha Técnica

UTILIZADA NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA III, O ARCO DE MAGUEZ REPRESENTA UMA METODOLOGIA ATIVA QUE OBJETIVA, PRINCIPALMENTE, TRABALHAR A PROBLEMATIZAÇÃO DE QUESTÕES A PARTIR DE UM DETERMINADO CONTEXTO OBSERVADO NA REALIDADE.

COMO O ARCO ESTÁ DIVIDIDO?

A DIVISÃO DO ARCO PARTE DESDE A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE ESTUDO, A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DA REALIDADE, À FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES DE SOLUÇÕES QUE POSSAM SER APLICADAS À REALIDADE E, ASSIM, CONTRIBUÍR PARA A SUA TRANSFORMAÇÃO.

PONTOS-CHAVE -----> TEORIZAÇÃO -----> HIPÓTESES DE SOLUÇÃO

OBSERVAÇÃO DA REALIDADE -----> APLICAÇÃO À REALIDADE

REALIDADE

NOTA: PROBLEMATIZAÇÃO DO CONTEXTO OBSERVADO NA REALIDADE PARA A PROBLEMÁTICA DE ESTUDO, A PARTIR DA DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE ESTUDO, A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DA REALIDADE, À FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES DE SOLUÇÕES QUE POSSAM SER APLICADAS À REALIDADE E, ASSIM, CONTRIBUÍR PARA A SUA TRANSFORMAÇÃO.

COMPREENDENDO AS ETAPAS...

OBSERVAÇÃO DA REALIDADE	ELABORAÇÃO DOS PONTOS-CHAVE	TEORIZAÇÃO	HIPÓTESES DE SOLUÇÃO	APLICAÇÃO À REALIDADE
Apresentar um determinado contexto para a definição do problema de estudo a partir das observações realizadas da cena observada.	Definir os pontos-chave principais e problemáticos (destacados).	Pesquisar sobre marcos que possuem relação com o(s) problema(s) de estudo (definitivos), contribuindo para o embasamento das discussões.	Definir, diante das discussões realizadas, quais as possíveis soluções a serem desenvolvidas para lidar com o(s) problema(s) destacados.	Aplicar, de forma prática, a hipótese definida e, assim, contribuir para a transformação do(s) problema(s) inicialmente observados no contexto apresentado.

SD II

COMPREENSÕES SOBRE O QUE A VIDA REPRESENTA

Organização da sequência

QUESTÃO-PROBLEMA: "Quem são os seres vivos, e como podemos pensar na vida que pode existir em outros planetas?"

Etapa 01 - Questionar os estudantes para identificar o que eles reconhecem como "vida"

AULA 1

1º momento: Inicialmente, começar indagando os estudantes para escreverem o que eles entendem por vida, e a partir das respostas haverá uma socialização da turma, mediada pela professora. Após isso, os estudantes serão divididos em grupos e deverão elaborar uma proposta escrita de experimento simples para testar ou provar se algo está vivo ou não. Através de uma roda de conversa, ficarão responsáveis por discutir sobre vários sistemas vivos, como jardins, florestas, ecossistemas de corais, micróbios, no intuito de obter uma definição funcional para o conceito de "vida" e os requisitos mínimos e essenciais para a sobrevivência da vida.

Atividade: Sugestão de proposta de experimento.

AULA 2

2º momento: Os estudantes deverão escolher um ser vivo representativo, por exemplo: planta, ser humano, um animal, um microrganismo, um fungo ou outro. Após isso, deverá elaborar um mapa mental elencando os requisitos necessários para a existência e sobrevivência daquele organismo, como água, fontes de energia, um ambiente estável, dentre outros fatores, a partir do ser vivo exemplo que eles irão escolher.

SD III

SD III

ASTROBIOLOGIA E BIOÉTICA: A COLONIZAÇÃO DE OUTROS PLANETAS É UMA BOA IDEIA?

Organização da sequência

1º momento: Observação da realidade - Iniciar a contextualização aos estudantes, com auxílio do slides, sobre como os cientistas desejam conseguir colonizar outros planetas, e eles têm realizado inúmeras pesquisas a respeito da possibilidade de tornar possível conseguir sair do planeta Terra e reconhecer (para aproveitar) as condições biogeoquímicas de outros planetas que são ideais para a vida. Porém, dentro de uma perspectiva de questões éticas, será que deveríamos mesmo colonizar outros planetas? Os estudantes, em grupo, receberão imagens que representam coisas boas e coisas negativas que há no planeta Terra, e a professora deverá explicar que muitos dos estudos interplanetários são baseados em conhecimentos conhecidos sobre os aspectos da própria Terra, como um refletir para se pensar em outros contextos. A partir disso, cada grupo deverá preencher uma ficha (ver Apêndices) onde identificarão os pontos que observam nas imagens, e que será socializado posteriormente.

Imagem 1 - Problemas de extinção e conservação da natureza
Imagem 2 - Problemas de ordem ambiental
Imagem 3 - Avanços científicos em biotecnologia
Imagem 4 - Pandemias e epidemias
Imagem 5 - Crescimento populacional
Imagem 6 - Representações da biodiversidade

AULA 2

2º momento: Pontos-chave - Seguidamente, os estudantes...

serão questionados "Quais deveriam ser as principais preocupações de cientistas que possuem a intencionalidade de chegar a outros planetas? E quais devem ser as nossas preocupações e interesses, enquanto cidadãos?". Nesta etapa, os estudantes deverão elencar tópicos para responder a esses questionamentos, pois esses tópicos simbolizam as variáveis que, caso modificadas, poderiam levar a solução do problema.

3º momento: Teorização - Através da mesma ficha, os estudantes serão sondados a responder, pensando em problemas ambientais e nas ações humanas, por exemplo, motivações pró e contra para a colonização. Eles receberão materiais de apoio referentes às temáticas das imagens da primeira etapa, como um material de referência para que busquem embasamentos às suas argumentações. Após preenchidas, as fichas dos grupos serão recolhidas, para que anonimamente a professora socialize com a turma todas as hipóteses que surgiram. A ideia é fundamentar uma discussão saudável para que a turma encare a perspectiva de colonização, sob diferentes óticas, mas que siga pelo direcionamento às ações humanas.

AULA 3

4º momento: Hipóteses de solução - Como podemos identificar problemas, a partir das motivações pró e contra apontadas, que podem ser resolvidos caso haja mudanças nas ações dos seres humanos? Nessa etapa os estudantes deverão sugerir hipóteses para solucionar (ou justificar a resolução) dos argumentos fornecidos na etapa anterior. Por exemplo: Problemas de ordem ambiental, como poluição > Realizar ações básicas, como fazer o descarte adequado do lixo > "Mas o que isso tem a ver com colonizar outros planetas?" > Ações sustentáveis são capazes de proporcionar um reflexo positivo ao mostrar que a sociedade é capaz promover a conservação da Terra, e assim, conduzir a uma lógica frutífera para outros planetas.

5º momento: Aplicação à realidade - Nessa etapa final, os estudantes deverão elaborar um cartaz ou mural que justifique toda a proposta que foi discutida e, principalmente, exponham dois pontos principais: Quais as soluções que acreditam que podem solucionar os problemas apontados anteriormente? A partir dessas soluções, qual é sua consideração final sobre a colonização de outros planetas ser uma ideia positiva ou não? A partir disso, deverão socializar o material com toda a turma.



Série indicada: 3ª série do Ensino Médio Regular
Quantidade de aulas: 3 aulas (40min cada aula)

Assunto(s) específico(s) da Biologia:
Botânica: Fisiologia Vegetal.

Abordagem metodológica:
Três momentos pedagógicos (BMPs)

Assimilar um entendimento sobre as adaptações e os mecanismos fisiológicos das plantas a partir da perspectiva de como elas podem sobreviver em outros contextos fora do planeta Terra.

1ª aula - dois momentos;
2ª aula - três momentos;
3ª aula - dois momentos

Notebook, computador, projetor; imagens impressas, fichas impressas; lápis de quadro.

Competência da BNCC	Habilidade da BNCC
Analisar e utilizar informações sobre a dinâmica da Vida da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, avaliar previsões sobre o futuro da humanidade e avaliar os seus valores e o Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	BNCC/ENFOT2021 Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes à vida. BNCC/ENFOT2021 Aplicar os princípios da adaptação biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão geográfica e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.

posteriormente, registradas na ficha de interpretação textual (ver Apêndices). Após isso, os estudantes deverão socializar com a turma e a professora o que interpretaram a partir do artigo o qual ficaram responsáveis.

AULA 2 - Organização do conhecimento:

3º momento: Retomar a contextualização sobre como pesquisas científicas, como as trabalhadas na aula anterior, servem para indicar aspectos sobre a evolução das plantas no Planeta Terra e sobre como esses entendimentos permitem inferir sobre as possibilidades da sobrevivência em outros planetas. A partir disso, conduzir a discussão a respeito de como as plantas atuais apresentam uma série de adaptações que tornaram possível a colonização delas no ambiente terrestre, e como compreender algumas dessas adaptações e processos que realizam, pode favorecer os estudos da Astrobotânica. Assim, realizar uma explicação de conteúdos, com uso de slides, como: 1) adaptações anatômicas referentes aos grupos de plantas e os 2) mecanismos fisiológicos das plantas.

4º momento: Dividir a turma em quatro grupos e realizar um Quiz em relação aos tópicos estudados. Será um momento de revisão do conteúdo, através da estratégia de gamificação, onde cada grupo poderá adotar um nome para identificação e ver quem conquista mais pontos.

5º momento: Com os grupos já formados, será proposto um desafio aos estudantes: a produção de um Mini Guia de Campo (ver Apêndices) que devida às habilidades mobilizadas durante a elaboração desta atividade, permite a atribuição de uma pontuação ou nota para compor a disciplina. Assim, a professora deverá instruí-los sobre como desenvolver o material e o prazo de confecção, entrega e apresentação para a próxima aula.

AULA 3 - Aplicação do conhecimento

6º momento: Cada grupo deverá apresentar à turma o Miniguia de Campo que produziu. Uma alternativa para avaliação, em caso da professora desejar atribuir uma nota à atividade, é a utilização do método da rubrica para avaliar os estudantes, a partir do quadro elaborado para esta atividade.

7º momento: A professora conduz um diálogo final com os estudantes, retomando as etapas de desenvolvimento dessa sequência, e questiona aos estudantes "Diante de tudo que foi visto nas últimas, como vocês percebem que os conhecimentos que vocês estudaram ampliou o entendimento sobre a Astrobotânica?" de forma despretensiosa.



O QUE SÃO OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS?

O QUE SÃO OS 3MPS?

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MPS) CORRESPONDEM A UMA METODOLOGIA QUE ESTIMULA OS ESTUDANTES A DESAFIAR-OS A REFLETIR DE FORMA CRÍTICA EM RELAÇÃO A PROBLEMATIZAÇÕES BASEADAS EM SITUAÇÕES DA REALIDADE.

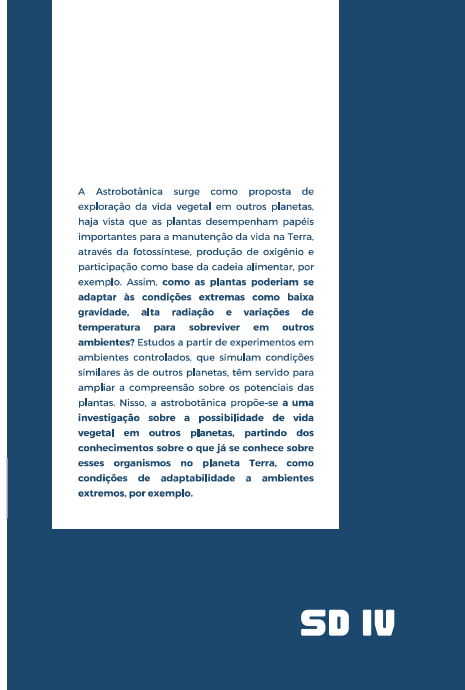
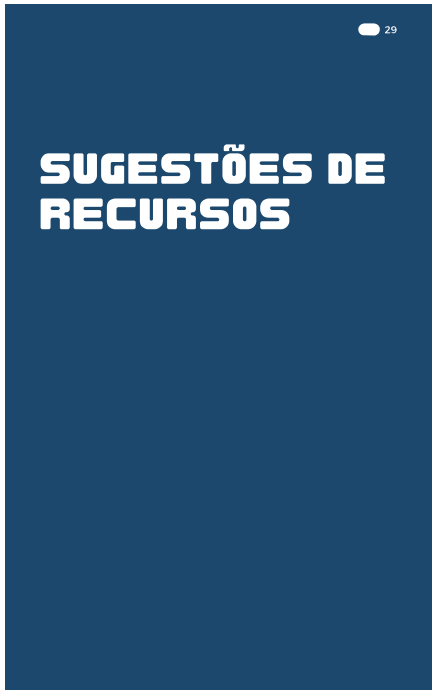
COMO OS 3MPS SE ORGANIZAM?

A ORGANIZAÇÃO DOS 3MPS ESTÁ INTERLIGADA, SENDO REPRESENTADO PELOS SEQUENTES MOMENTOS: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL, ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.

COMPREENDENDO OS MOMENTOS...



REFERÊNCIA: MUEHLEN, C.; DELEÇUVO, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física: Ciência & Educação (Bauri), 2015, 677-698, 2014.



AULA 1 - Problematização inicial:

1º momento: Construir um momento dialógico com os estudantes a partir da exploração sobre como "Cientistas dedicados a área da Astrobotânica, isto é, ao estudo da vida planetas e das interações de plantas em ambientes espaciais, buscam entender a resposta das plantas para voos espaciais humanos, bem como a possibilidade das plantas conseguirem sobreviver em outros planetas." Em seguida, questiona-os "O que especificamente vocês acham que eles estudam? Assim, o que eles pensam para conseguir obter essas respostas de como a vida poderia sobreviver fora da Terra?"

2º momento: A turma será dividida em dois ou quatro grupos, e a professora deverá distribuir para cada grupo (com cópias para cada aluno) um artigo de notícia do site Science Daily (ver Apêndices). Os estudantes deverão, então, realizar a leitura do artigo e responder entre os integrantes do grupo, as seguintes perguntas:

- Qual é o ponto principal de que o artigo trata?
- Quais são os termos presentes no artigo que vocês nunca ouviram falar antes?
- Quais os conhecimentos científicos que estão sendo utilizados/utilizados no artigo?
- O que os cientistas estudaram/foram descobrindo que podem nos permitir entender mais sobre como as plantas podem sobreviver em outros planetas?

As respostas deverão ser socializadas entre os grupos, e...

SUGESTÕES DE RECURSOS

POESIA

POESIA "O HOMEM, AS VIAGENS" CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE

O homem, bicho da terra tão pequeno Chata-se na terra, lugar de muita miséria e pouca diversão. Faz um foguete, uma cápsula, um módulo foca para a lua. Desce cauteloso na lua. Pisa na lua. Planta bandeira na lua. Experimenta a lua. Colônia a lua. Humaniza a lua.

Luia humanizada, bicho igual à terra. O homem chata-se na lua. Vem para Marte - ordena a suas máquinas. Elas obedecem. O homem desce em Marte. Pisa em Marte. Experimenta Colônia. Chata-se. Humaniza Marte com engenho e arte.

Marte humanizado, que lugar quadrado. Vem a lua para o Centro de Engenharia, Sotilidade e Soci. Vamos a Vênus. O homem põe o pé em Vênus. Ve o resto - é isso! Igual sem igual.

O homem funde a cuca se não for a Jupiter. Produzir, justica. Junto com Injustica, Repetir e Fosse Repetir o inquieto Repetidor.

Outros planetas restam para outras colônias. O espaço todo virá terra-terra. O homem chega ao sol ou da uma volta só para inventar? Não vê que ele inventa. Buzina! Inadmissível de viver no sol. Põe o pé e - Mas que chato é o sol. Tá lá, tauru. Espetral fumado.

PARA DISCUTIR...

- Como entender a relação "humanidade-natureza" através da poesia?
- No poema, o que o homem expressa e por que? A tanto muda de planeta?
- Como o caminho através do espaço da tecnologia constrói expectativas e frustrações no homem, a partir do que traz a poesia?

ARTIGO REFERÊNCIA

OLIVEIRA, V. C.; SOUSA, A. A.; SANCHEZ, A. F. N. RECORDEADORA E O ENIGMA DE CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE - ENENSAÚDE. A. ANAIS 1. 1. 10-10-2022.

4. PÁGINA COM MAPA DE ESTAÇÕES

- NESTA PÁGINA DEVE CONTER UM MAPA OU DESENHO DA ÁREA ESTUDADA E DEVE INCLUIR AS ESTAÇÕES (PONTOS ESPECÍFICOS QUE IDENTIFICAM ESPÉCIES VEGETAIS DIFERENTES) ONDE AS PESSOAS VÃO PARAR QUANDO VISITAREM O LOCAL.

5. PÁGINA DE ESTAÇÃO

Uma estação pode ter várias páginas. Você deve ter um mínimo de quatro estações em seu guia de campo. Para cada estação, certifique-se de:

- abordar os fatores bióticos e abióticos que são importantes para a planta no local;
- buscar identificar o nome (mesmo que seja nome popular da espécie) para, posteriormente, pesquisar informações sobre ela;

6. CRÉDITOS

- INCLUIA CITAÇÕES ADEQUADAS PARA IMAGENS E OUTROS RECURSOS. SEJA O FORMATO PADRÃO USADO POR SEU PROFESSOR OU ESCOLA.

7. DADOS, DESENHOS E COMENTÁRIOS (OPCIONAL)

FORNEÇA PÁGINAS ONDE OS LEITORES POSSAM COLETAR SEUS PRÓPRIOS DADOS E FAZER CONSIDERAÇÕES, SUGESTÕES OU COMENTÁRIOS SOBRE SEU GUIA DANDO-LHE UM FEEDBACK.

REFERÊNCIA

TERC. *Astrobiology: An Integrated Science Approach* - Student Book, 2023. Disponível em: <https://info.terc.edu/astrobiology>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ENSINO DE
ASTROBIOLOGIA

GUIA PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA

O eBook foi produzido por André Brandão sob orientação da prof.ª Dr.ª Rosane de Almeida e com a participação da equipe de produção editorial do Núcleo de Gestão de Conteúdo em Tecnologia (NGC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

QUADRO DE RUBRICA PARA
MINI GUIA DE CAMPO

DATA DA AULA		INTEGRANTES			
Páginas (Folhas)	Iniciando	Desenvolvimento	Avançado	Exemplar	Pontuação
Capa	Apenas título	Título, nome, e série entre trabalhos, além da imagem, desenho ou logo.	Tudo as partes estão incluídas, e o nome, o desenvolvimento, o planejamento, a organização e o trabalho.	Tudo as partes estão incluídas, e o nome, o desenvolvimento, o planejamento, a organização e o trabalho.	
Introdução	Não fornece muitas informações sobre a finalidade, como usar o guia e a direção para o local estudado. Demonstra pouco emissor um trabalho coerente.	Fornece algumas informações sobre a finalidade, como usar o guia e a direção para o local estudado. Principais problemas são com a estrutura das frases ou organização do guia.	Fornece detalhes completos de propósito, como para usar o guia e a direção para o local estudado. Principais problemas são com a estrutura das frases ou organização do guia.	Fornece detalhes completos e está bem escrito e com organização do trabalho sólida.	
Descrição	Imagem pequena ou se pode uma ou duas perguntas simples ou questões não relacionadas. Pouco esforço dado a estrutura da frase ou aos requisitos do tópico.	Contém imagens, mas as questões poderiam ter sido melhor pensadas. Principais problemas são com a estrutura das frases e requisitos do tópico.	Contém imagens e questões bem relacionadas. Principais problemas são com a estrutura das frases e requisitos do tópico.	Contém imagens e as questões do tópico foram bem pensadas. Está bem escrito e todos os requisitos do tópico estão presentes.	
Mapa com estações	Mapa incluído, mas esforço mínimo para desenhar e identificar estações.	Mapa incluído, mas esforço mínimo dado à qualidade do mapa. A seleção de estações poderia ser melhorada.	Mapa incluído que representa um bom esforço. A seleção de estações é adequada.	O mapa é de alta qualidade e as estações são identificadas.	
Estações	Incompleto ou apresenta em mais de um dos principais requisitos. Pouco esforço dado à estrutura das frases.	Completo com todos os requisitos, mas com grandes problemas com a estrutura das frases.	Completo com todos os requisitos. Principais problemas são com a estrutura das frases.	Completo com todos os requisitos. Frases bem escritas e sólidas.	
Créditos	Esforço mínimo na identificação de recursos.	A maioria dos recursos identificados, mas não apresentados em formato padronizado.	Recursos identificados, mas não apresentados em formato padronizado.	Recursos identificados e apresentados em formato padronizado.	
Qualidade geral	Esforço mínimo, sem evidência de revisão ou tempo dedicado à tarefa.	Demonstra algum esforço, com evidência de revisão, mas ainda poderia ter dedicado mais tempo.	Bom esforço com evidências de várias revisões, ainda poderia ter melhorado uma coisa ou outra.	Exemplar esforço com evidências de ter dedicado tempo a revisar e apertar o trabalho. Difícil de melhorar.	

REFERÊNCIA

TERC. *Astrobiology: An Integrated Science Approach* - Teacher Book, 2023. Disponível em: <https://info.terc.edu/astrobiology>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ANEXOS



CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Andréa Karla da Costa Brandão**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **“Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático”**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Maria de Fátima Camarotti**, cujo objetivo é **verificar as perspectivas dos professores de Biologia a respeito da abordagem da temática “Astrobiologia”, no intuito de avaliar as potencialidades de conexões entre os conteúdos ministrados na disciplina de biologia no Ensino Médio com questões trazidas por esta temática, que partem de questionamentos sobre a vida e origem na Terra, e as possibilidades de vida fora do nosso planeta. Com isso, estas análises servirão com o propósito de elaboração de um Guia Didático que será proposto aos professores participantes da pesquisa, cujo intuito é orientá-los a trabalhar a temática no Ensino Médio.**

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 CNS e suas complementares, comprometendo-se o/a mesmo/a a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

João Pessoa, em 30 / 10 / 2022.

(Nome/assinatura e **carimbo** do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada)

Rosângela Lígia Mendonça Soares de Carvalho
Coordenadora Pedagógica
Mat. 163429 -1



E.E.E.F.M. PROFESSORA ANTÔNIA RANGEL DE FARIAS
AV. JULIA FREIRE, S/N TORRE, UTB 1104800
(83) 3225-6915 – profa.antoniarangelfarias@gmail.com

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Andréa Karla da Costa Brandão**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **“Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático”**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Maria de Fátima Camarotti**, cujo objetivo é **verificar as perspectivas dos professores de Biologia a respeito da abordagem da temática “Astrobiologia”, no intuito de avaliar as potencialidades de conexões entre os conteúdos ministrados na disciplina de biologia no Ensino Médio com questões trazidas por esta temática, que partem de questionamentos sobre a vida e origem na Terra, e as possibilidades de vida fora do nosso planeta. Com isso, estas análises servirão com o propósito de elaboração de um Guia Didático que será proposto aos professores participantes da pesquisa, cujo intuito é orientá-los a trabalhar a temática no Ensino Médio.**

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 CNS e suas complementares, comprometendo-se o/a mesmo/a a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

João Pessoa, em 10 / 10 / 2022.

Paulo Sérgio Soares

(Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada)

Paulo Sérgio Soares
Vice diretor escolar
Mat. 190849-0
AUT. Nº 1.292

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Andréa Karla da Costa Brandão**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa "**Perspectivas de abordagem da Astrobiologia por professores de Biologia do Ensino Médio visando o desenvolvimento de um Guia Didático**", que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Maria de Fátima Camarotti**, cujo objetivo é **verificar as perspectivas dos professores de Biologia a respeito da abordagem da temática "Astrobiologia", no intuito de avaliar as potencialidades de conexões entre os conteúdos ministrados na disciplina de biologia no Ensino Médio com questões trazidas por esta temática, que partem de questionamentos sobre a vida e origem na Terra, e as possibilidades de vida fora do nosso planeta. Com isso, estas análises servirão com o propósito de elaboração de um Guia Didático que será proposto aos professores participantes da pesquisa, cujo intuito é orientá-los a trabalhar a temática no Ensino Médio.**

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 CNS e suas complementares, comprometendo-se o/a mesmo/a a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

E.C.I.T.E.E.F.M.
PRESIDENTE JOÃO GOULART
Lei 10.261/2001 - Lei 11.100/18
Dec. 39.107/19
CNPJ: 01.600.179/0001-80

João Pessoa, em 05 / 10 / 2022.



(Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada)

E.C.I.T.E.E.F.M.
PRESIDENTE JOÃO GOULART
Lei 10.261/2001 - Lei 11.100/18
Dec. 39.107/19
CNPJ: 01.600.179/0001-80

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA POR PROFESSORES DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DIDÁTICO

Pesquisador: Maria de Fátima Camarotti

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 64150322.9.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.958.236

Apresentação do Projeto:

O ensino de Astrobiologia nas aulas de Biologia através da inserção da temática nos conteúdos curriculares do Ensino Médio pode ser uma proposta promissora para a melhoria do ensino, visto o potencial da temática em trazer uma visão interplanetária que levanta questionamentos acerca do Universo e de nós mesmos. Contudo, como a incorporação da temática lida com obstáculos por não estar inserida nos documentos oficiais que norteiam a educação brasileira, acaba sendo ausente um material que forneça uma orientação para os professores trabalhar o conteúdo em sala de aula. Diante disso, pensando nas possibilidades de inserção da temática nas aulas de Biologia, essa pesquisa tem como público-alvo professores de Biologia do Ensino Médio de quatro escolas estaduais de João Pessoa, com quem serão realizadas entrevistas estruturadas com uso da gravação de áudio, para serem transcritas para posterior análise. Espera-se que a partir dos levantamentos que serão obtidos seja possível tecer considerações sobre a articulação de caráter interdisciplinar a partir da Astrobiologia no ensino de Biologia, que também fornecerá um aporte teórico para que um Guia Didático a ser proposto aos professores, ao final, seja desenvolvido.

Endereço: Prédio do CCS UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 5.958.236

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar as perspectivas levantadas por professores de Biologia para a abordagem da Astrobiologia nos conteúdos da disciplina Biologia nas séries do Ensino Médio em quatro Escolas Estaduais de João Pessoa - PB.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram bem avaliados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma quarta versão, a pesquisadora apresentou as seguinte justificativa as pendências anteriores: "Os dados ainda não foram coletados porque estamos esperando a aprovação pelo comitê de ética. Assim que for aprovado iniciaremos as coletas.

No cronograma de execução, a Revisão Bibliográfica data desde a elaboração do projeto, contudo a plataforma aceita apenas uma data a partir do dia atual."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sou de parecer favorável à APROVAÇÃO do referido projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2030328.pdf	28/02/2023 16:20:09		Aceito

Endereço: Prédio do CCS UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 5.958.236

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TACC_13_12_22_Andrea.pdf	28/02/2023 16:13:06	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Cronograma	tacc_cronograma_execucao.pdf	28/02/2023 16:10:48	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Outros	Atualizado_roteiro_13_12_22.pdf	13/12/2022 15:41:02	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Assinado_13_12_22.pdf	13/12/2022 15:40:08	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_ufpb_assinada_tacc_andrea.pdf	11/10/2022 09:39:42	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cartas_anuencia_assinadas.pdf	11/10/2022 01:39:33	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_tacc_astrobiologia.pdf	07/10/2022 22:40:37	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito
Outros	termo_gravacao_audio_tcc.pdf	06/10/2022 23:01:01	ANDREA KARLA DA COSTA BRANDAO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 22 de Março de 2023

**Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))**

Endereço: Prédio do CCS UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br