UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
***Campus* Cornélio Procópio**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO

VERÔNICA RODRIGUES DE MORAES

A ORIGEM DA VIDA NA TERRA DO PONTO DE VISTA DA QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA: UM ESTUDO DIRIGIDO NA PERSPECTIVA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2024

VERÔNICA RODRIGUES DE MORAES

A ORIGEM DA VIDA NA TERRA DO PONTO DE VISTA DA QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA: UM ESTUDO DIRIGIDO NA PERSPECTIVA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2024

Ficha catalográfica elaborada por Juliana Jacob de Andrade - Bibliotecária, CRB9/1669, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

M827o

Moraes, Verônica Rodrigues de
A origem da vida na terra do ponto de vista da química pré-biótica: um estudo dirigido na perspectiva da história da ciência. / Verônica Rodrigues de Moraes; orientador Rudolph dos Santos Gomes Pereira
Cornélio Procópio, 2024.
87 p. :il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino, 2024.

1. Estudo da origem da vida. 2. Química Pré-biótica. 3. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. 4. História da Ciência. I. Pereira, Rudolph dos Santos Gomes, orient. II. Título.

CDD: 541.39

VERÔNICA RODRIGUES DE MORAES

A ORIGEM DA VIDA NA TERRA DO PONTO DE VISTA DA QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA: UM ESTUDO DIRIGIDO NA PERSPECTIVA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

APROVADA

BANCA EXAMINADORA

_____
Orientador: Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

_____
Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

_____
Profa. Dra. Roberta Negrão de Araújo
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, 17 de abril de 2024.

Dedico este trabalho a minha família!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por toda ajuda e apoio durante a realização deste trabalho, em especial ao meu marido André.

Agradeço ao professor Prof. Dr. Rudolph pelas orientações e ensinamentos no percurso deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Hawbertt e à Profa. Dra. Roberta Negrão pelas correções e apontamentos.

Agradeço também à Universidade Estadual do Norte do Paraná e ao Instituto Federal do Paraná pelo acolhimento no desenvolvimento desta pesquisa.

MORAES, Verônica Rodrigues. **A Origem da vida na Terra do ponto de vista da Química pré-biótica:** um Estudo Dirigido na perspectiva da História da Ciência. 2024. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2024.

RESUMO

O surgimento da vida e sua evolução em nosso planeta, bem como as condições necessárias para o seu desenvolvimento, atraem o interesse dos acadêmicos e da comunidade científica mundial pertencente às mais diversas áreas do conhecimento. A presente dissertação tem como objetivo central desenvolver um Estudo Dirigido, para o tema Origem da vida, com ênfase na Química pré-biótica. Possui como objetivos específicos: trabalhar com a interdisciplinaridade entre a Química e a Biologia; Abordar a História da Ciência, no que diz respeito à compreensão de diferentes teorias para a Origem da vida; Promover a interação com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC); Realizar práticas experimentais e verificar a concepção dos participantes da pesquisa, quanto ao tema Origem da vida. Espera-se favorecer a ampliação do conhecimento dos futuros professores, sobre aspectos conceituais da Origem da vida, assim como aprofundar as discussões sobre os diferentes contextos e processos históricos que interferiram na construção do conhecimento científico deste tema. A implementação da Produção Técnica Educacional, ocorreu para estudantes de Química do Instituto Federal do Paraná - IFPR/Jacarezinho. O curso teve carga horária total de 12 horas, distribuídas em cinco encontros de duas horas, mais duas horas referentes às atividades de pesquisa. Durante a formação, foram realizadas discussões sobre o tema Origem da vida, pautadas em estudos científicos. Ocorreu o desenvolvimento de atividades envolvendo as TDIC, em especial a plataforma *Canva*, o *software ArgusLab* e a ferramenta *Padlet*, bem como foram engendradas práticas experimentais referentes à formação dos primeiros seres vivos. Essa pesquisa baseou-se na abordagem qualitativa descritiva, a coleta de dados contou com dois questionários, um inicial e um final, para verificar as percepções dos estudantes sobre a temática em questão. A História da Ciência oportunizou aos estudantes expandirem seus conhecimentos conceituais, com base na Química pré-biótica, a partir do papel dos cientistas para o seu desenvolvimento. Foi possível aprofundar o tema de forma contextualizada, com menções a aspectos importantes que influenciaram as teorias sobre a Origem da vida. No que diz respeito às concepções dos estudantes, emergiram duas categorias, uma voltada para a concepção criacionista e outra mais condizente com o ponto de vista científico. O uso das TDIC facilitou a visualização dos conceitos químicos apresentados. O Estudo Dirigido, com o uso de fontes de conhecimento confiáveis, como artigos científicos, estimulou a curiosidade e atraiu o interesse dos acadêmicos. A atividade experimental contribuiu para a confirmação e compreensão de informações adquiridas nas aulas teóricas e foram importantes na formação de elos entre as concepções provenientes do cotidiano e os conceitos científicos, propiciando aos estudantes a oportunidade de ampliarem suas ideias ou então reestruturá-las. O Estudo Dirigido revelou-se uma estratégia pedagógica que pode nortear a abordagem do tema Origem da vida e contribuir para a formação científica dos futuros professores.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Estudo Dirigido. História da Ciência. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

Moraes, Verônica Rodrigues. **The Origin of life on Earth from the point of view of pre-biotic Chemistry:** a directed study from the perspective of the History of Science. 2024. 87f. Dissertation (Professional Master's degree in Teaching) - State University of Northern Paraná, Cornélio Procópio, 2024.

ABSTRACT

The emergence of life and its evolution on our planet, as well as the conditions necessary for its development, attract the interest of academics and the world scientific community belonging to the most diverse areas of knowledge. The central aim of this dissertation is to develop a Directed Study on the subject of the origin of life, with an emphasis on pre-biotic chemistry. Its specific objectives are: to work with interdisciplinarity between Chemistry and Biology; to address the History of Science, with regard to understanding different theories for the Origin of Life; to promote interaction with Digital Information and Communication Technologies (DICT); to carry out experimental practices and to verify the research participants' conception of the Origin of Life theme. It is hoped to help expand the knowledge of future teachers about conceptual aspects of the Origin of Life, as well as deepen discussions about the different contexts and historical processes that have interfered in the construction of scientific knowledge on this subject. The Technical Technological Product was implemented for chemistry students at the Federal Institute in Jacarezinho, Paraná. The course had a total workload of 12 hours, five two-hour classes, plus two hours for research activities. During the meetings, discussions were held on the subject of the origin of life, based on scientific studies. Activities involving DICTs were developed, especially the Canva platform, the ArgusLab software and the Padlet tool, as well as experimental practices relating to the formation of the first living beings. This research was based on a descriptive qualitative approach, and data collection included two questionnaires, one initial and one final, to verify the students' perceptions of the subject in question. The History of Science gave students the opportunity to expand their conceptual knowledge, based on pre-biotic chemistry and the role of scientists in its development. It was possible to delve deeper into the topic in a contextualized way, mentioning important aspects that influenced theories about the origin of life. With regard to the students' conceptions, two categories emerged, one focused on the creationist conception and the other more in line with the scientific point of view. The use of ICT made it easier to visualize the chemical concepts presented. The Directed Study, using reliable sources of knowledge such as scientific articles, stimulated curiosity and attracted the interest of the students. The experimental activity contributed to confirming and understanding the information acquired in the lectures and was important in forming links between conceptions from everyday life and scientific concepts, giving students the opportunity to expand their ideas or restructure them. The Directed Study proved to be a pedagogical strategy that can guide the approach to the Origin of Life theme and contribute to the scientific training of future teachers.

Keywords: Science teaching. Directed Study. History of Science. Digital Information and Communication Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Experimento de Red para testar a hipótese da abiogênese.....32
Figura 02 – Experimentos de Pasteur.....33
Figura 03 – Esquema de Oparin-Haldane para o surgimento da vida.....34
Figura 04 – Gotas de coacervados obtidas artificialmente microfotogradas.....35
Figura 05 – Formação do complexo coacervado em água.....37
Figura 06 – Aparelho utilizado por Miller para a síntese de aminoácidos.....37
Figura 07 – Instituto Federal do Paraná – Campus Jacarezinho.....42
Figura 08 – Interface interativa do *Canva*.....50
Figura 09 – Interface interativa do *Padlet*.....50
Figura 10 – Interface interativa do *ArgusLab*.....51
Figura 11 – Acadêmicos navegando na interface do aplicativo *Canva*.....60
Figura 12 – Interface da plataforma *Padlet* utilizada como exemplo.....61
Figura 13 – Acadêmicos utilizando o aplicativo *ArgusLab*.....63
Figura 14 – Acadêmicos realizando experimento formação do coacervado no laboratório.....67
Figura 15 – Apresentação final dos acadêmicos sobre as teorias da Origem da vida.....68
Figura 16 – Síntese de Strecke para a formação de aminoácidos.....69
Figura 17 – Interface da plataforma *Padlet*, onde os acadêmicos depositaram suas apresentações.....70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais elementos estruturantes da Sequência.....45
Quadro 2 - Artigos científicos apresentados para os discentes.....48
Quadro 3 - Concepções dos licenciandos sobre a Origem da vida.....52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
HC	História da Ciência
IFPR	Instituto Federal do Paraná
PPGEN	Programa de Pós-Graduação em Ensino
PTE	Produção Técnica Educacional
RCP	Referencial Curricular do Paraná para o Ensino Médio
RNA	Ácido Ribonucleico
RV	Realidade Virtual
SEED	Secretaria de Estado da Educação do Paraná
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....12

1 REFERENCIAL TEÓRICO.....18
1.1 Indicações curriculares.....18
1.2 História da Ciência.....20
1.3 Uso das TDIC no ensino de Ciências.....24
1.4 O papel da experimentação no ensino de Ciências.....29
1.5 Origem da vida e a Química pré-biótica.....31

2 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....41
2.1 Metodologia da Pesquisa.....41
2.2 Metodologia de Ensino.....43

3 PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL.....48
3.1 Estrutura geral do Estudo Dirigido.....48

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....52

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....76

REFERÊNCIAS.....80

APÊNDICES 84
Apêndice A – Questionário inicial.....84
Apêndice B – Questionário final.....86

INTRODUÇÃO

A Educação vem passando por um intenso processo de transformação, diante disso, as instituições são chamadas a repensar suas práticas de ensino e metodologias de aprendizagem. Novas formas de lecionar, mediadas pelo uso das tecnologias, objetivam que o estudante atue de forma autônoma e crítica, com o propósito de oferecer um ensino eficiente e de qualidade. Aos atores escolares cabe a responsabilidade de trabalhar em conjunto e repensar o ensino com foco em uma prática docente transformadora.

Os documentos curriculares discorrem sobre a importância da criação e disponibilização de materiais de orientação para os professores, além de uma formação docente de qualidade e permanente que possibilite o contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e de aprendizagem. A qualificação dos professores, tanto na formação inicial quanto na continuada, tem como foco que esses profissionais possibilitem não apenas a formação de cidadãos críticos e reflexivos, mas também a formação científica geral dos estudantes (Brasil, 2018; Paraná, 2021).

Chassot (2003) afirma ser necessário um ensino de Ciências socialmente contextualizado, uma vez que a Ciência pode ser considerada uma linguagem construída por homens e mulheres para elucidar os fenômenos do mundo natural. Nesse cenário, o estudante deve ter uma formação crítica, no sentido de saber ler e interpretar os fenômenos do ambiente à sua volta. Dessa maneira, torna-se necessário abordar os conteúdos de forma contextualizada e interdisciplinar, na qual a Ciência é relacionada com a tecnologia e a sociedade. Os conceitos das Ciências, devem ser apresentados ligando-os à vivência dos alunos, para promover uma educação que possibilite a apropriação de conhecimentos e a ressignificação de suas leituras de mundo.

No ensino, existem muitas abordagens e estratégias metodologias que podem ser utilizadas para facilitar a aprendizagem, dentre essas, destacam-se as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), das quais os estudantes são usuários constantes dessas tecnologias digitais. Esses recursos têm transformado as práticas tradicionais da educação, revisando o papel da escola como um ambiente social e promovendo inovações que têm modificado as formas de interpretação dos alunos em relação ao mundo em que vivem. Dentre essas tecnologias podemos citar os diversos aplicativos para sistemas operacionais que

possuem funcionalidades e facilidades direcionadas aos professores e alunos, como também podem ser utilizadas em aula com o intuito de promover uma aprendizagem transformadora. Uma das formas de superar esse desafio é investir na formação inicial e também continuada, de qualidade, para os professores, para que saibam e possam utilizar as tecnologias a fim de proporcionar oportunidades de aprendizagem autônoma e inovadoras para os estudantes.

Corroborando, Chassot (2003) traz o docente como professor formador e discorre que esse papel será cada vez mais importante, pois a Educação deve promover a descoberta de novos conhecimentos e, especialmente, procurar meios de saber usá-los, objetivando transformar o mundo em que vivemos, de preferência, para melhor.

Um outro olhar que pode aproximar o aprendiz do seu objeto de estudo é via experimentação. A experimentação, quando utilizada de forma planejada, pode favorecer a apropriação efetiva de conceitos por parte dos estudantes, além de promover a reflexão advinda das situações nas quais o professor integra o trabalho prático na sua argumentação. Assim, a experimentação deve ser uma forma de problematizar a construção dos conceitos no ensino de Química e no ensino de Biologia. A importância da abordagem experimental está no seu papel investigativo e na sua função pedagógica de auxiliar o aluno na explicitação, problematização, discussão e significação dos conceitos estudados (Paraná, 2021).

Para Giordan (1999), a experimentação pode permitir ao sujeito uma nova oportunidade de representação dos fenômenos naturais e seus modelos mentais representativos, assim, há uma aproximação entre o empírico e o teórico. Segundo o autor, “A experimentação pode ser um veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituem para o entendimento e desenvolvimento da aprendizagem” (Giordan, 1999, p. 44). Nesse sentido, as práticas experimentais podem estimular o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitam levantar, analisar e representar resultados, comunicar conclusões e propor intervenções.

O tema Origem da vida possui conteúdos ligados ao ensino de Biologia e ao ensino de Química, diante disso, é importante uma abordagem interdisciplinar para que os estudantes compreendam as maneiras pelas quais as duas disciplinas desenvolveram suas pesquisas ao longo do tempo. As atividades que transitam em mais áreas do conhecimento passaram a integrar o currículo a partir da década de 60,

com foco na Europa, onde ocorreram reivindicações estudantis para melhoria da qualidade do ensino, focado em um processo mais próximo da realidade social, política e econômica da época (Souza; Coelho, 2020).

Dessa forma, o uso de atividades contextualizadas, que envolvam e aproximem os conteúdos escolares da realidade dos alunos, pode enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem. É necessário buscar possibilidades para um ensino de Ciências menos fragmentado e melhor contextualizado, pois como afirma Souza e Coelho (2020, p. 08) é preciso “promover uma melhor integração entre as disciplinas e a contextualização do conhecimento escolar”.

Costa, (2007, p. 324), descreve a interdisciplinaridade como “as relações entre duas ou mais disciplinas ou áreas do conhecimento, associando o que é comum entre elas aplicada no processo de ensino e de aprendizagem”. No que diz respeito à prática em sala de aula, os autores afirmam que a interdisciplinaridade é um processo cuja integração envolve o engajamento de educadores, num trabalho conjunto de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino. A interdisciplinaridade é imprescindível para formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e para que sejam capazes de enfrentar problemas complexos e amplos da realidade atual (Costa, 2007).

Neste contexto, a partir da interdisciplinaridade, os conteúdos devem ser abordados de modo a estabelecer uma relação e contextualizar o conhecimento, a exemplo da proposta deste trabalho, que é voltada para a interlocução do ensino de Biologia e Química para o tema Origem da vida, sob um viés da História da Ciência. A interdisciplinaridade aborda um novo olhar diante do conhecimento, dessa forma, é necessário romper com os limites das disciplinas, fazendo com que os alunos compreendam a aplicabilidade e relação dos conteúdos disciplinares em diferentes contextos da sociedade, estabelecendo um vínculo com a realidade, ultrapassando uma abordagem puramente teórica e reducionista. A perspectiva interdisciplinar na educação amplia e consolida a aprendizagem, partindo da conexão entre os diversos saberes, criando sentido e significado ao que se aprende (Costa, 2007).

Uma forma de compreender o contexto histórico de grandes temas dentro da Ciência é por meio do olhar da História da Ciência (HC). Leite (2002, p. 338) afirma que a Ciência pode ser vista “[...] como uma atividade coletiva que progride por meio do consenso estabelecido em um contexto histórico e cultural e não por meio do

trabalho de indivíduos isolados". Bizzo e Chassot (2013), asseveram que o ensino de Ciências não deve se restringir somente a fatos e conceitos, mas também deve tratar do entendimento e da prática dos processos existentes na produção do conhecimento científico, pois assim, os processos históricos podem servir de modelo para a aprendizagem em si.

De acordo com Gurgel (2020), a HC possui representações de diferentes contextos, desde o científico – delimitado por aqueles que produzem o conhecimento, ou seja, os diversos cientistas, homens e mulheres que se dedicam às pesquisas – até o plano cultural, um contexto mais amplo e diverso que envolve questões sociais, políticas e econômicas. O termo história contextual pode ser utilizado para evidenciar a importância do reconhecimento dessas diferentes ênfases, desde a compreensão das Ciências, dos seus aspectos mais delimitados, restritos ao contexto científico, perpassando ao contexto macro cultural, que sofre diversas influências e interfere no desenvolvimento da Ciência. Esses episódios na HC devem ser analisados para definir qual o seu papel na construção do conhecimento científico ao longo do tempo.

Na HC, o "[...] conhecimento deve ser apresentado junto com seu contexto de produção. A História da Ciência deve assim, assumir um papel político e social, e ser pensada como um instrumento de transformação" (Gurgel, 2020, p. 346).

Sobre o papel da contextualização na HC, Bizzo e Chassot (2013, p. 42) afirmam que:

> Existem muitas maneiras diferentes de explicar um determinado contexto, uma vez que ele não pode ser definido simplesmente como uma estrutura ou conjunto de características de uma tarefa ou de um campo de conhecimento. As relações interpessoais e os aspectos culturais, com valores e crenças, são partes importantes do contexto em que se insere a ação.

A História da Ciência busca não somente compreender a atividade intelectual do passado, mas também os produtos da interação social, relacionada com a cultura de um grupo social. A HC pode permitir a reavaliação histórica dos processos de construção e alteração das representações científicas (Bizzo; Chassot, 2013).

A Ciência deve ser concebida como dependente de fatores externos e não está alheia ao resto do mundo. Esse outro olhar sobre a HC permite conscientizar a diversidade de questões a serem consideradas ao se trabalhar um determinado conceito científico. Essa atividade se torna uma ferramenta para promover a reflexão.

Um tema intrigante que causa curiosidade e é diretamente influenciado pelo contexto cultural dos estudantes é a Origem da vida. Segundo Zaia (2004), questões relacionadas ao surgimento da vida, sua evolução em nosso planeta, bem como as condições necessárias para o seu surgimento, atraem o interesse dos acadêmicos e da comunidade científica mundial pertencente às mais diversas áreas do conhecimento.

Em sala de aula, as dificuldades referentes ao se trabalhar com o tema Origem da vida, devem-se, em grande parte, à coexistência de diferentes explicações para o fenômeno, desde a de cunho científico até o contexto social dos estudantes.

Porto e Falcão (2010) discorrem que apesar das hipóteses e cenários conterem dados com base na Ciência e admitidos como razoáveis, existe o espaço para controvérsias e deturpações. Os autores ainda afirmam, que por seu caráter intrinsecamente aberto à discussão, não dogmático por definição, o referido tema pode dar margem ao surgimento de dados que fortaleçam ou refutem as hipóteses levantadas pelos pesquisadores. Sob este aspecto, justifica-se as dificuldades experimentadas por aqueles que se esforçam para levar a grupos não especializados esses assuntos em processo de discussão científica (Porto; Falcão, 2010).

Dentro dos vários ramos da Ciência que têm contribuído na tentativa de elucidar algumas das questões mencionadas, a Química pré-biótica tem fornecido importantes resultados. Essa área estuda as reações químicas ou os processos que poderiam ter contribuído para o surgimento do primeiro ser vivo em nosso planeta, sendo que as condições de estudo dessas reações tentam reproduzir ambientes que um dia existiram em nosso planeta. O uso da História da Ciência pode demonstrar a importância do conhecimento e a colaboração entre os cientistas para a realização das pesquisas científicas referentes ao surgimento da vida. Neste cenário complexo do ensino de Ciências, abordar a Origem da vida sob o viés da HC com o uso das tecnologias digitais e da experimentação pode contribuir para a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem.

Nesse contexto, esta dissertação apresenta como Produção Técnica Educacional (PTE) um Estudo Dirigido sobre o tema Origem da vida, desenvolvido e aplicado para alunos da graduação em Química do Instituto Federal do Paraná. Do ponto de vista da pesquisa, o objetivo geral foi desenvolver um Estudo Dirigido sobre o tema Origem da vida e com ênfase na Química pré-biótica. Frente a isso, foram estabelecidos alguns objetivos específicos, sendo eles:

- Trabalhar com a interdisciplinaridade entre Química e Biologia;
- Abordar a História da Ciência, no que diz respeito à compreensão de diferentes teorias para a Origem da vida;
- Promover o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC);
- Realizar práticas experimentais a fim de enriquecer o processo de ensino;
- Avaliar as concepções dos acadêmicos quanto ao tema Origem da vida.

Diante do exposto, o presente trabalho encontra-se organizado em cinco seções, além da introdução. Na primeira seção é apresentada a fundamentação teórica que embasa o estudo. Na segunda está descrita a metodologia do Ensino e da Pesquisa. Na terceira consta a Produção Técnica Educacional. A quarta possui a discussão e avaliação da implementação do Estudo Dirigido, bem com a análise da percepção dos acadêmicos sobre o tema Origem da vida e, por fim, na última seção, estão as considerações finais do estudo.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 INDICAÇÕES CURRICULARES

No currículo de Ciências são evidenciados aspectos históricos. Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz como uma das competências gerais “a valorização e utilização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade” (Brasil, 2018, p. 09). A contextualização dos conhecimentos de uma área de ensino deve superar a simples exemplificação de conceitos. Deste modo, os conhecimentos científicos devem ser apresentados como construtos humanos, com seus impasses e contradições, influenciados pelo contexto político e social da época.

A BNCC propõe que essa contextualização possa criar a oportunidade para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico, por meio da comparação de diferentes visões de estudiosos, conforme observado:

> Os conteúdos dos componentes curriculares devem ser contextualizados, identificando-se as estratégias para apresentá-los, representá-los e exemplificá-los, relacionando com a realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (Brasil, 2018, p. 16).

A História da Ciência possibilita uma fundamentação para o professor nas discussões em sala de aula. A sua reflexão crítica pode dar condições aos professores de enriquecer os debates sobre os conteúdos apresentados para os estudantes por meio da construção e reconstrução de significados dos conceitos científicos. Dessa maneira, a Ciência é concebida como um processo de produção do próprio desenvolvimento humano, conforme as suas necessidades materiais, em cada momento histórico.

Uma maneira de aprofundar esse conhecimento é por meio das relações interdisciplinares, uma vez que os conceitos, teóricos ou práticos, de uma área de conhecimento podem auxiliar na compreensão de um conteúdo de outra área, o que possibilita uma abordagem mais abrangente. Todavia, o docente deve ter cuidado para não empobrecer a construção do conhecimento em nome de uma prática de

contextualização, de forma a não reduzir a abordagem pedagógica aos limites da vivência do aluno (Brasil, 2018).

O Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (RCP), de 2021, afirma que a interdisciplinaridade se impõe, historicamente, na esfera epistemológica da produção e da socialização do conhecimento, no campo das diversas áreas do saber, que perfazem o campo educacional na atualidade. Os conhecimentos interdisciplinares articulados à contextualização devem oportunizar ao estudante fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos, levantar hipóteses e apresentar proposições alternativas, desenvolvendo o senso crítico, em relação ao desenvolvimento da Ciência (Paraná, 2021).

O RCP defende a interdisciplinaridade e a contextualização como posturas pedagógicas, as quais requerem intencionalidade no planejamento e na docência. Com base nesses pressupostos, os estudantes poderão compreender que conhecimento científico é historicamente construído pela humanidade e está em constante mudança. A educação científica deve focar no letramento científico como prática social, que pode ser alcançada por meio do ensino, relacionando à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade, para oportunizar aos estudantes a compreensão de que a Ciência Química está intrinsecamente associada ao cotidiano, aos seus hábitos, às suas escolhas e às suas ações enquanto cidadão (Paraná, 2021).

Os documentos curriculares trazem orientações referentes a uma abordagem historicamente organizada dos conteúdos de Ciências, de acordo com a maneira como ela se desenvolveu e como os cientistas trabalharam. Entretanto, essa perspectiva sobre a HC não ocorre na formação da maioria dos professores.

A presente pesquisa visa contribuir com a formação dos licenciandos do curso de Química, no que diz respeito à História da Ciência para a Origem da vida, apresentando de forma contextualizada as discussões sobre o tema, por meio da visão de diferentes pesquisadores, desde as concepções de geração espontânea influenciadas pelas concepções aristotélicas e amplamente aceitas pelos naturalistas até o século XIX, passando pelo início dos experimentos a favor da biogênese no século XVII e, por fim, o desenvolvimento da Química pré-biótica e sua relação com as teorias da Origem da vida.

1.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA

As concepções a respeito da História da Ciência sofreram diversas modificações ao longo do tempo. A HC surgiu no século XIX, contemporâneo da Ciência moderna e, ao longo do tempo, passou por um processo de institucionalização.

De acordo com a historiografia, o congresso de História da Ciência, realizado em Londres em 1931, no qual Boris Hessen apresentou um trabalho sobre a HC a respeito dos estudos de Newton, marcou o início da sua institucionalização na Europa. Leite (2002), também comenta que alguns cursos sobre a História da Ciência estavam disponíveis para professores e algumas instituições já ofertavam diplomas sobre o tema na década de 1930.

Nos Estados Unidos, a institucionalização da HC iniciou-se com o químico norte americano James Conant, no final da década de 1940, quando realizou um programa de HC para renovar o ensino de Ciências na graduação em *Harvard*. Conforme Conant, a compreensão dos valores e os princípios epistemológicos-metodológicos defendidos pelos cientistas, ajudariam a tornar mais claro a compreensão do conteúdo científico pelos alunos, aproximando a Ciência para o público em geral *(*Leite, 2002; Videira, 2007).

A HC, nesta época, estava sujeita às concepções positivistas. A ideia de Ciência defendida era a do progresso linear, dependente da natureza cognitiva e genialidade de grandes homens. Um segundo estágio, chamado de pós-positivista, surgiu a partir de 1962 com a popularização dos escritos de Thomas Kuhn, intitulado *A estrutura das Revoluções científicas.* Kuhn abriu as portas da HC para atores que acompanhavam de fora das ciências naturais ou exatas e atribuiu um papel epistemológico sobre o desenvolvimento da História da Ciência.

Por fim, o terceiro estágio, denominado de pós-modernista, que surgiu na década de 1970, quando a Ciência é compreendida a partir de um contexto social, influenciada por fatores específicos e práticas locais. Essa visão prevê a multiplicidade de práticas científicas e contextos históricos, mesclando as práticas sociais e tradições cognitivas. Tal objetivo só pode ser alcançado, a partir da interdisciplinaridade, entre os aspectos cognitivos da história científica e o contexto da Ciência (Videira, 2007).

A História da Ciência não possui uma definição considerada consensual pelo fato de ser interpretada de dois modos, um com uma visão científica chamada de história conceitual, em que os cientistas são os autores e atores da HC, ou seja, a História da Ciência seria um instrumento de legitimação da imagem da ciência defendida e veiculada pelos cientistas, uma vez que, enfoca o desenvolvimento de conceitos científicos.

Já outra perspectiva historiográfica, denominada de história social, defendida por historiadores e sociólogos, tentam compreender a Ciência de forma local, onde efetivamente é produzida, ou seja, ela ocupa-se com a prática social, a fim de verificar a variabilidade de posições científicas (Videira, 2007).

Para Bizzo e Chassot (2013), a HC constitui um repositório não apenas de conhecimento científico, mas também de maneiras de construir e transmitir representações científicas. “Do ponto de vista epistemológico, a Ciência não corresponde somente em demonstrar a visão de mundo dos cientistas, mas também diz respeito à forma que eles reúnem e sustentam seus pontos de vista” (Chassot, 2003, p. 33).

> [...] nenhum cientista é um instrumento de observação e conceituação desencarnado; é um ser humano consciente, nascido e criado na vida comum de sua época. Muito tempo antes de lhe ensinarem sobre elétrons, genes e fraternidades exogâmicas, ele adquiriu experiência prática com caçarolas e panelas, gatos e cachorros, tios e tias. Embora esses objetos mundanos raramente sejam discutidos como tais na ciência de alto nível, eles não estão excluídos de sua esfera, [...] o consenso científico deve ser coerente com a realidade cotidiana (Bizzo; Chassot, 2013, p. 21).

A Ciência, além de ser concebida como uma construção de homens e mulheres ao longo do tempo, deve ser compreendida também como um campo passível de mudanças e conhecimentos que surgem o tempo todo e que ainda podem ser transformados, nessa perspectiva, “Não é justo considerar a História da Ciência uma mera cronologia de fatos cumulativos, uma vez que vários aspectos do currículo de Ciências são influenciados e esclarecidos pela história” (Bizzo; Chassot, 2013, p. 30).

Para trabalhar a HC, é necessário refletir sobre algumas considerações como a importância de se opor ao anacronismo, pois não se deve analisar o passado à luz do presente (Videira, 2007). A história é sempre construída, sendo o resultado da seleção de informações, bem como da interpretação de fatos e contextos. De acordo com Leite (2002), nem o historiador e nem o educador científico podem avaliar a Ciência do passado em relação ao conhecimento atual, ou impor ao passado os

padrões ou significados do presente. Nos cursos de Ciências, devido ao enorme contingente de conhecimentos a serem abordados, o fator tempo pode ser visto como uma restrição à abordagem histórica. É importante atentar-se para não cair no reducionismo e na simplificação do conteúdo histórico, de apenas biografias, nomes e datas (Leite, 2002).

Uma outra questão aborda o fato da Ciência ser predominantemente masculina e eurocêntrica, desconsiderando a participação de outras culturas na construção dos saberes e do conhecimento científico, que foram assimilados pelos europeus (Leite, 2002). Chassot (2003) comenta que é usual o fato de abordar a história do conhecimento científico sob a ótica do mundo ocidental e do eurocentrismo, que é baseada por olhares brancos, masculinos e cristãos.

A pseudociência também deve ser evitada. Este termo pode ser definido como a transmissão de ideias falsas sobre o processo histórico da Ciência e da natureza do conhecimento científico, ainda que baseada em fatos reconhecidos, uma vez que, fatos incompletos de acontecimentos históricos podem omitir o contexto e serem enganosos, como podem minimizar o papel do acaso ou de erros, simplificar processos, ocultar efeitos de valores pessoais ou culturais.

Deve-se evitar a representação da ciência idealizada. A HC não apresenta uma verdade absoluta, nem os julgamentos finais dos cientistas do passado, nem traz um relato da vida de um cientista, mas gera novas revelações e diferentes maneiras de interpretar o passado (Bizzo; Chassot, 2013).

É necessário um ensino de Ciências cada vez mais marcado pela historicidade, de modo a envolver os estudantes em atividades ligadas com o desenvolvimento da construção do conhecimento científico. A História da Ciência permite que o conjunto de conhecimentos ajudem os indivíduos a fazerem uma melhor leitura dos fenômenos do mundo de forma contextualizada. Chassot (2003) afirma que não devemos conceber a Ciência como pronta e acabada, mas sim como novos desafios que precisam ser investigados. A interdisciplinaridade aliada à HC contribui para que o conhecimento ganhe significado para o aluno, tornando-se uma facilitadora da educação (Chassot, 2003).

A Ciência possui verdades transitórias, conceitos que eram considerados como sendo a explicação para determinados fenômenos e que passam a ser questionados e revisados, podendo ser substituídos. A História da Ciência contribui para uma aprendizagem científica e crítica, pois permite que o conjunto de conhecimentos

adquiridos ajude os indivíduos a fazerem uma melhor leitura dos fenômenos da natureza, e sejam agentes de transformações do mundo em que vivemos (Chassot, 2003; Bizzo; Chassot, 2013).

Vale ressaltar que o aprendizado de Ciências não se refere somente a ampliar o conhecimento de jovens sobre os fenômenos do mundo ou até mesmo organizar o raciocínio do senso comum desses estudantes. Aprender Ciências requer que os alunos ampliem sua visão de mundo de forma crítica e contextualizada. Assim, ao atribuir significados sobre o que está aprendendo, o estudante buscará articular maneiras de responder às perguntas de acordo com os seus conhecimentos.

O professor deve conduzir o estudante a contemplar seu próprio discurso e a ressignificar seus conhecimentos prévios, associando-os com o conhecimento científico que lhe é apresentado no ambiente escolar. É necessário contemplar a visão de mundo implícita na linguagem cotidiana e nos contextos sociais e tecnológicos em que a Ciência se materializa (Machado; Mortimer, 2007).

Corroborando, Delizoicov *et al*. (2002), afirmam que a ação docente deve buscar construir o entendimento de que a produção do conhecimento, que caracteriza a Ciência e a Tecnologia, constitui uma atividade humana sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, com processos e resultados pouco acessíveis a maioria dos estudantes. Diante disso, o processo de produção do conhecimento necessita ser apropriado e entendido pelos atores escolares.

Em relação ao conhecimento científico, os autores afirmam que:

> O conhecimento científico submete-se a um processo de produção cuja dinâmica envolve transformações na compreensão do comportamento da natureza que impedem esse conhecimento de ser caracterizado como pronto, verdadeiro e acabado, mesmo que as teorias produzidas constituam verdades históricas que têm fundamentado a explicação dos fenômenos. (Delizoicov *et. al*. 2002, p. 20).

A Ciência não é um campo de conhecimento, cuja disseminação se dá somente nos espaços escolares, ao contrário, os conhecimentos científicos se fazem presentes no cotidiano dos estudantes, por intermédio dos objetos e dos processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea. Uma das funções do ensino de Ciências é permitir aos indivíduos se apropriarem da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador.

É preciso que a Ciência seja apresentada como uma construção humana,

sujeita a interferência de fatores sociais, políticos, econômicos e culturais de seu tempo. Para isso, uma abordagem na perspectiva da HC permite entender os fatos que contribuíram para mudanças nos paradigmas de conceitos em determinadas épocas. “Apreender Ciências é também apreender sobre a sua natureza, seus processos de investigação e seus métodos” (Machado; Mortimer, 2007, p. 27).

A Ciência deve assim, ser reconhecida não como um campo de conhecimento imutável, pronto e acabado, mas sim como um processo dinâmico, no qual as teorias aceitas podem ser refutadas, influenciadas pelo desenvolvimento tecnológico e pelo aparecimento de novos fatos. Os processos históricos podem servir de modelo para a aprendizagem em si, corroborando a prática na sala de aula.

A HC permite construir uma imagem crítica da Ciência por meio da reflexão sobre como os mais diversos modelos científicos foram alterados e modificados ao longo do tempo. Portanto, a História da Ciência demonstra a importância do conhecimento transmitido e a colaboração entre os cientistas para a construção do conhecimento científico. Essa ponte permite refletir sobre as questões sociais e contemporâneas da Ciência e perceber como ela pode influenciar nosso modo de vida e como é influenciada por ele. O desenvolvimento da Ciência possui forte relação com o desenvolvimento das tecnologias. A seguir, é abordado a influência e necessidade do uso das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem escolares.

1.3 USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As novas gerações são nativas de uma sociedade que está mudando cultural e socialmente, tal público é denominado de *insiders*, ou seja, aqueles indivíduos que nasceram inseridos nas tecnologias. Esse público encontra-se imerso em diversos ambientes digitais com variadas fontes de informação e que mesclam vários conteúdos culturais. Diferentemente, os chamados *outsiders* são indivíduos que aprenderam a viver com as tecnologias, mas não nasceram rodeados por elas (Rasco; Recio, 2013). Assim, conforme a sociedade se desenvolve, no sentido de construir novos conhecimentos e novas maneiras de reconhecer e interpretar informações, a comunidade escolar não pode ficar deslocada e obsoleta. O ensino perpassa por estímulos externos, dentre os quais, está a busca pela constituição de novas ferramentas e estratégias de ensino com a utilização das TDIC (Grando *et al*. 2020).

As tecnologias digitais não apenas passaram a fazer parte, de maneira quase onipresente, do espaço escolar ou das residências, como também os celulares, *smartphones, notebooks, chromebooks, kindle, tablets* e demais gadgets invadiram as mãos de alunos e professores. Isso permitiu levar a informação para qualquer lugar, algo que se simplifica por meio da internet, que possibilitou uma maior velocidade no processo de comunicação, transmissão, distribuição de informações, notícias e conhecimentos (Rasco; Recio, 2013).

De acordo com Rasco e Recio (2013), o contexto digital apresenta cinco características: a primeira refere-se a *Instantaneidade e a Velocidade*, em que a informação é transportada de forma rápida; A segunda refere-se a *Quantidade*, pois os sistemas digitais conseguiram com a internet aumentar a quantidade de informação reduzindo o espaço necessário para armazená-la; A terceira diz respeito a *Portabilidade e Onipresença*, pois a conexão com a internet permite o acesso à informação praticamente de qualquer lugar; Uma outra característica, a quarta, é a *Hipertextualidade*, que configura-se como ambientes digitais no qual a informação é apresentada na forma de *hiperlinks*, que podem apresentar textos, imagens ou vídeos; Por fim, os autores defendem como última característica associada às tecnologias digitais a *Multimodalidade*, que permite o uso de diversas ferramentas (palavras, textos, imagens, vídeos, músicas, objetos tridimensionais, etc) em um mesmo ambiente educacional. A aprendizagem deixa de ser linear se tornando uma aprendizagem múltipla, compondo uma nova reconfiguração sociocultural (Rasco; Recio, 2013).

As transformações sociais ocasionadas pelo desenvolvimento tecnológico têm exigido novas posturas das escolas e instituições de ensino, isso demanda um esforço para além dos recursos tecnológicos:

> Tal ambiente ecológico de conhecimento implicaria pelo menos o seguinte: transformação dos espaços, contextos e fontes de conhecimento e aprendizagem; transformação das metodologias de ensino e aprendizagem; transformação das estruturas semióticas de representação, argumentação e aquisição de conhecimentos (Rasco; Recio, 2013, p. 436).

Ainda segundo os autores, o desafio é permitir que os sujeitos se apropriem abertamente de mais e melhores informações que sejam relevantes e de qualidade. Somente assim a informação poderá ser convertida em um conhecimento que seja significativo e enriquecedor para os estudantes (Rasco; Recio, 2013).

Moreno e Heidelmann (2017), discorrem sobre o uso de ferramentas direcionadas aos professores que podem ser utilizadas em sala de aula, como aplicativos que criam formulários de pesquisa *on-line;* constroem e editam fórmulas químicas e moleculares; geram apresentações; criam jogos e simulações, dentre outros. De acordo com os autores, ao selecionar um aplicativo para uso educacional, o professor deve tomar nota de alguns critérios, como o da facilidade no uso, pois para ter uma ampla aceitação dos estudantes e professores, o recurso deve possuir uma interface intuitiva, dinâmica e de fácil acesso simples.

Outro fator importante é a flexibilidade, que diz respeito ao aplicativo ser compatível com diferentes sistemas operacionais. O custo zero ou reduzido também deve ser considerado. Por fim, o aplicativo deve dispor de recursos que possibilitem a personalização de materiais, compartilhamento entre usuários, importação e exportação de notas.

O uso das TDIC deve ser centrado sob uma perspectiva crítica, criativa e dinâmica, de forma que as tecnologias não sejam inseridas como meros adereços às aulas (Moreno; Heidelmann, 2017). Neste contexto, os docentes tendem a cada vez mais inserirem diferentes estratégias, principalmente relacionadas às TDIC, em suas aulas, com o intuito de representar conceitos abstratos dentro do universo da disciplina.

Para Ferreira *et al*. (2011) um fator essencial para o aprendizado da Ciência é a habilidade de trabalhar com modelos. Com um modelo de objeto de estudo apropriado, os estudantes conseguem apreciar as relações entre a escala molecular e o fenômeno macroscópico. Desse modo, a representação em modelos tridimensionais fornece uma melhor percepção do arranjo espacial dos átomos, da conectividade entre átomos e moléculas e das interações permanentes entre as várias entidades sub-microscópicas presentes em qualquer porção de matéria.

Com o uso de simulações, os professores e estudantes podem construir modelos virtuais de pequenas moléculas orgânicas, usando representações moleculares comuns (bola-vareta, traço, espaço preenchido e superfícies, por exemplo) (Ferreira *et al*., 2011). Os autores comentam que programas e aplicativos começaram a ser desenvolvidos como facilitadores na promoção de aprendizagens dentro da Química, como por exemplo, a tendência de se criarem simulações que permitem visualizar a geometria das moléculas, cujo objetivo é o de facilitar a visualização e a compreensão de conceitos fundamentais quanto à aplicação da

Geometria Molecular, auxiliando os estudantes a estabelecer conexões entre a tecnologia e a observação.

Dentro deste contexto, o uso do s*oftware* chamado *ArgusLab*[1] pode facilitar a visualização dos compostos orgânicos que seriam necessários para a formação dos primeiros seres vivos, de acordo com a teoria de Oparin e Haldane. O *software* permite que os estudantes verifiquem a representação em 3D dos compostos mencionados. Batista *et al*. (2017), comentam que o *ArgusLab* foi projetado para realizar procedimentos de modelagem molecular, para uso em laboratórios de pesquisa, para utilização de estudantes universitários e para trabalhadores da área farmacêutica.

O uso do *ArgusLab* para o ensino, é voltado para desenho de estruturas químicas, como moléculas, por exemplo, além de configurações moleculares mais complexas como as cadeias helicoidais de aminoácidos, proteínas e afins. O *software* é distribuído livremente para plataformas *Windows* e o uso pelos estudantes permite que estes se familiarizem com moléculas orgânicas. O aluno pode combinar o estudo comum da Química com a observação das moléculas 3D. Cabe ressaltar, que o ato de aprender não pode somente estar centrado no uso do *software*, mas na interação do aluno com o *software* (Batista *et al.* 2017).

Uma outra forma de promover materiais e instrumentos de ensino de qualidade é por meio da utilização dos recursos e funcionalidades da plataforma de design gráfico *Canva*[2], que é uma ferramenta de arte gráfica que pode ser usada para a produção de diversos materiais como apresentações, *templates* e pôsteres.

Os estudantes, ao utilizarem esta ferramenta, podem criar e compartilhar *designs* com a turma e com a comunidade acadêmica, criando um ambiente de criatividade, interatividade e cooperação. O ensino, por meio do uso dessa ferramenta, pode tornar a aprendizagem de conteúdos mais dinâmica e interessante, contribuindo com a formação de indivíduos associados às mídias digitais. Por consequência, a construção de páginas digitais por meio do *Canva*, pode incentivar o interesse e participação dos estudantes nas atividades propostas, além de dar uma maior autonomia, pois explora sua capacidade de criatividade (Salgado; Gautério, 2020).

Dessa forma, é importante uma apresentação dos principais recursos relacionados ao ensino da plataforma *Canva,* para que os acadêmicos possam utilizar

[1] Disponível em: http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html
[2] Disponível em: https://www.canva.com/pt_br/

nas atividades do curso de graduação e também quando estiverem produzindo materiais para as suas aulas na Educação Básica.

Salgado e Gautério (2020) utilizaram a plataforma *Canva* para a construção de espaços virtuais no ensino de Biologia. De acordo com os autores, o uso desses ambientes de criação com ferramentas de alto nível, permite aos estudantes explorarem a sua criatividade na construção de *designers* personalizados, proporcionando motivação para a aprendizagem. Entendendo que a aprendizagem é um processo de construção, a forma como o conteúdo é apresentado é bastante relevante no processo de ensino.

Outro recurso digital que pode ser usado no ensino e na aprendizagem é o *Padlet*[3], que é um mural interativo que permite que docentes e estudantes postem textos, imagens, vídeos, entre outros recursos, de forma colaborativa e que possam auxiliar e facilitar o processo de ensino e de aprendizagem.

Nesta plataforma, pode-se inserir caixas de textos, *links*, vídeos, imagens, *slides*, entre outros. A plataforma possui a versão gratuita, versões pagas e recursos adicionais, acessível no computador e em *smartphones* com sistemas *iOS* ou *Android* (Pereira, 2021). Pereira, 2021 ainda comenta, que o uso do *Padlet* pode ser significativo no ambiente escolar, como uma ferramenta colaborativa e de fácil comunicação, sendo uma tecnologia a mais para que o discente seja o protagonista do próprio conhecimento.

Para que as TDIC favoreçam o Ensino de Química de forma que ocorra uma integração de qualidade dos alunos com as tecnologias no ambiente educacional, é preciso introduzi-las com objetividade e planejamento, por meio de procedimentos pedagógicos voltados para a realidade dos alunos. A BNCC reafirma ser necessária uma contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões da ciência, tecnologia e cultura. Neste contexto, a “Ciência e a Tecnologia não representam somente ferramentas capazes de solucionar problemas, mas também uma forma de abertura para novas visões de mundo” (Brasil, 2018, p. 466).

O professor deve pôr em prática seus conhecimentos metodológicos e construir um momento adequado para que não haja o estabelecimento de obstáculos pedagógicos que venham a dificultar o potencial dessas tecnologias. Quando o estudante entra em contato com um modelo de Realidade Virtual - RV, sem que haja

[3] Disponível em: https://pt-br.padlet.com/

primeiramente uma mediação por parte do professor, aquele modelo que antes era apenas uma representação acaba por assumir o papel de realidade para o estudante (Grando *et al.* 2020).

Após as considerações sobre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, a seguir, serão feitas reflexões sobre a experimentação, atividade importante de ser considerada no ensino de Ciências.

1.4 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Na Grécia antiga, Platão, discípulo de Sócrates, foi considerado um grande consolidador da Filosofia dos que o antecederam. Assim, o método de Platão, baseado na escola socrática, estava centrado na dialética, que em seu sentido etimológico significa dialogar. A dialética seria um instrumento de busca da verdade, utilizando-se sistematicamente do discurso para chegar à percepção das essências, ou seja, à ordem da verdade.

Nesse sentido, a ciência platônica condenou a experimentação como algo ruim e até mesmo como uma mecânica ímpia, pois era defendida a ciência dedutiva, como a matemática (Bizzo; Chassot, 2013). Aristóteles (384-322 a.C.) foi outro grande personagem que influenciou no *fazer filosofia* e no *fazer ciência* da humanidade, desde seu tempo até o Renascimento cultural da Europa moderna (século XVI).

Sobre a influência do pensamento aristotélico na experimentação, Giordan (1999) comenta:

> O pensamento aristotélico marcou presença por toda a Idade Média entre aqueles que se propunham exercitar o entendimento sobre os fenômenos da natureza. Esse exercício desenvolvia-se principalmente num plano além da concretude do mundo físico, estabelecido como estava na lógica, um poderoso instrumento de pensamento já conhecido dos gregos. O acesso ao plano dos fenômenos ocorria através dos sentidos elementares do ser humano, que orientavam seu pensamento por meio de uma relação natural com o fenômeno particular. Na ausência de instrumentos inanimados de medição, a observação — numa dimensão empírica — era o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno. Aliada à lógica — numa dimensão teórica —, a observação natural sustentou na sua base empírica a metafísica no exercício de compreensão da natureza (Giordan, 1999, p. 43).

Passados dois milênios, as ideias empiristas de Aristóteles ainda influenciam muitas propostas de ensino de Ciências para a construção do conhecimento, ignorando a importância da experimentação. Aliada à lógica, numa dimensão teórica,

a observação natural e sua base empírica sustentou-se como um dos eixos estruturadores das práticas escolares.

Por outro lado, a construção do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental. Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de Ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas (Giordan, 1999).

O processo de transformação, chamado de Revolução Científica, foi uma ruptura das práticas de investigação fundamentadas nas ciências aristotélicas, em vislumbre do surgimento da ciência moderna. A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das Ciências Naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar por uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência. Assim, houve um desvencilhamento da relação da natureza e do homem com o divino, que estava fortemente impregnada pelo senso comum (Giordan, 1999; Porto e Porto, 2009).

O pensamento científico se desenvolveu, em direção à construção de um novo modelo de Universo, descrito por leis matemáticas, que se pautava pela racionalização de procedimentos. O ponto final na visão aristotélica foi dado por Galileu, que atribui à experimentação um papel central no *fazer ciência*, o de legitimadora, rompendo com a ideia de que o homem e a natureza tinham uma relação com o divino. Galileu foi defensor do experimentalismo, argumentava que, para se fazer julgamentos exatos da Natureza, deveria considerar apenas as qualidades *mensuráveis*.

Com essa forma de pensar, Galileu defendia que a Ciência se fazia comparando hipóteses com dados observados experimentalmente. A partir deste ponto, o pensamento científico se desenvolveu, em direção a construção de um novo modelo de Universo, descrito por leis matemáticas, solidamente ancoradas em um processo de inferência a partir da experimentação (Giordan, 1999; Porto e Porto, 2009).

Vale ressaltar que o professor ocupa lugar estratégico ao trabalhar na direção do que é cientificamente aceito, portanto, dialogável com a comunidade científica. A experimentação torna-se uma importante ferramenta para o diálogo entre a teoria e a prática. Corroborando, Novais (2018) afirma que a abordagem a partir de atividades

experimentais configura uma importante estratégia para promover o processo de ensino e de aprendizagem da Química. Torna-se fundamental que os futuros docentes possuam conhecimentos sobre as potencialidades e limitações desse recurso e saibam planejar e conduzir atividades experimentais em diferentes contextos de nossa realidade educativa.

Chassot (2003) afirma que a experimentação no ensino de Química é uma forma de adquirir dados da realidade, sendo esses de suma importância para a reflexão crítica sobre o mundo. A construção do conhecimento pode ser bastante enriquecida por uma abordagem experimental que produza explicações para os problemas reais.

De acordo com Novais (2018), a licenciatura é um período curto para a formação inicial dos professores, com pouco tempo para estudos e para realização de práticas que cooperam com a compreensão das funções pedagógicas da experimentação. Além de ter acesso aos conhecimentos teóricos e práticos sobre a experimentação, os discentes devem ser estimulados a refletirem continuamente sobre as suas crenças pessoais e a buscarem informações pertinentes na literatura adequada, para ampliação do conhecimento científico proposto em sala de aula.

Após as considerações sobre os diversos recursos e estratégias que podem ser utilizados em sala de aula pelo professor com o intuito de auxiliar e enriquecer o processo de ensino, é apresentada na próxima seção, uma discussão sobre algumas teorias para Origem da vida e sua intrínseca relação com o desenvolvimento da Química pré-biótica.

1.5 ORIGEM DA VIDA E A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA

Desde tempos imemoriais, o homem olha à sua volta e tenta explicar o mundo que o cerca. Uma das questões que trouxe muitos debates ao longo dos séculos é o surgimento da vida em nosso planeta. Diversas religiões perpetuaram o criacionismo, a crença da existência de um Deus, uma força suprema que teria criado o Universo e todos os processos e elementos que o compõem.

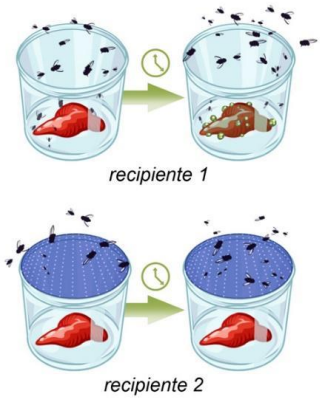
Além das ideias do criacionismo, acreditava-se que era possível obter seres vivos a partir de matéria inanimada, ou seja, pela geração espontânea. A aceitação da teoria da geração espontânea por mais estranho que possa parecer, era seguida por eminentes pensadores, tais como Thales (1225 a.C.-1274 a.C.), Platão (427a.C.-

347 a.C.), Demócrito (460 a.C.-371 a.C.), São Tomás de Aquino (1225-1244), Paracelso (1493-1541), Copérnico (1473-1543), Galileu (1564 -1642), dentre outros que não tiveram nenhum problema de ordem filosófica ou científica em aceitar a geração espontânea de seres vivos (Zaia, 2003).

A teoria da geração espontânea só começou a perder sua credibilidade com o experimento do médico Francesco Redi (Figura 01). O pesquisador adicionou porções separadas de carne fresca em duas caixas, em uma ele deixou aberta, com a carne exposta, e na outra enrolou a carne em um pedaço de pano, mantendo-a fechada. Depois de alguns dias, observou que as moscas depositam seus ovos na carne e estes se transformam em larvas na caixa aberta e na caixa fechada, a carne ficou protegida das moscas e por isto não foram observadas as larvas.

Os resultados desse experimento refutaram a teoria da geração espontânea nesse caso específico, mas não desencorajaram alguns de seus persistentes defensores (Zaia, 2003).

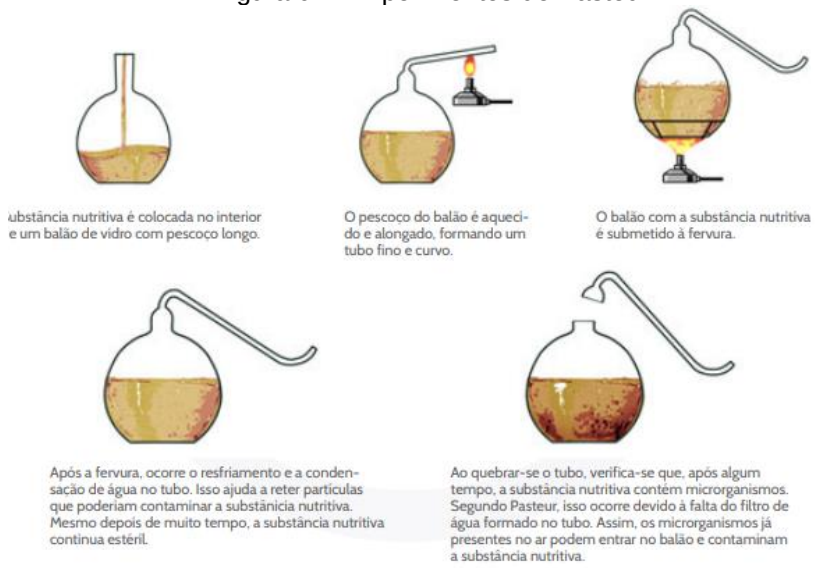
Figura 01 - Experimento de Red para testar a hipótese da abiogênese



Fonte - Centro de Ensino e de Pesquisa Aplicada (CEPA) - Instituto de Física da USP.

Tal dilema caiu por terra com os clássicos experimentos realizados por Louis Pasteur (1822-1895), (Figura 02) e posteriormente por John Tyndall (1484-1536), sendo que o último demonstrou que algumas bactérias eram resistentes ao calor e poderiam, depois de algum tempo, voltar a se reproduzir, permitindo explicar algumas observações que à primeira vista pareciam corroborar a teoria da geração espontânea. A partir destes experimentos, a abiogênese foi totalmente abandonada pelos cientistas.

Figura 02 - Experimentos de Pasteur



Fonte - Centro de Ensino e de Pesquisa Aplicada (CEPA) - Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

De acordo com Zaia (2003), Pasteur, em seu trabalho, não exclui a possibilidade da geração de organismos vivos a partir de matéria inanimada, o que não decorreria de um tempo tão curto, como defendiam os adeptos da geração espontânea. O bioquímico russo Alexander Ivanovich Oparin (1484-1536), refutava totalmente a ideia da geração espontânea e para argumentar sobre sua posição mesmo não mencionando diretamente, ele recorre às ideias da evolução proposta por Charles Darwin e difundida por seus seguidores, inclusive cientistas russos, como por exemplo, o botânico e fisiologista Kliment Timiryazev (1843-1920), ao afirmar que a vida poderia ter surgido, através do aumento da complexidade das substâncias formadas através de reações químicas, da matéria inanimada.

Oparin utilizou as ideias de Charles Darwin (1809-1882), sobre evolução das espécies para explicar o surgimento e desenvolvimento gradual da vida em nosso planeta. O pesquisador sofreu influências de diversos pesquisadores da sua época, tais como Engels (1820-1895), com o materialismo dialético, que concebia a formação da vida dependente das condições de desenvolvimento da natureza.

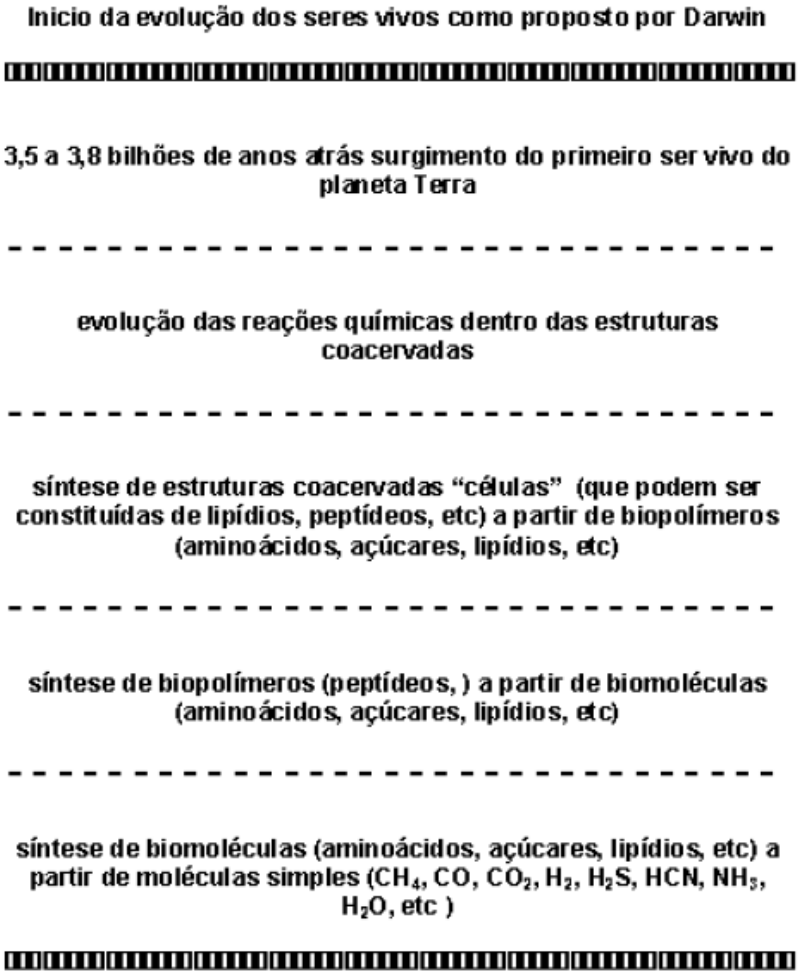
As pesquisas de Oparin contaram também com as reflexões de Ernest Haeckel (1834-1919), que baseava o surgimento da vida por meio da auto-organização da matéria bruta e pelos ciclos biogeoquímicos, que levaram a formação de substâncias orgânicas presentes no oceano primitivo. Dessas reações, resultariam a formação de

coloides que seriam aglomerados de moléculas proteicas. As condições químicas pré-bióticas teriam possibilitado a evolução química da matéria não viva (Gasparri, 2015).

Oparin (1484-1536), em 1924, foi o primeiro a desenvolver e divulgar que a vida poderia ter surgido em nosso planeta a partir de compostos inorgânicos. De forma independente de Oparin, John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964), em 1929, propôs um esquema semelhante sobre a Origem da vida na Terra.

Ambos pesquisadores acreditavam que a vida teria surgido em um mar quente e primitivo, no entanto suas teorias tinham características próprias, com por exemplo o fato de Haldane descrever o precursor dos seres vivos de molécula grande e não como coacervado, como Oparin havia chamado o composto originado. Atualmente, ambas propostas são conhecidas como hipótese de Oparin e Haldane (Figura 03) (Gasparri, 2015).

Figura 03 - Esquema de Oparin e Haldane para o surgimento da vida



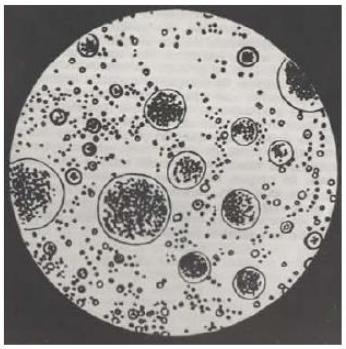
Fonte - Zaia e Zaia (2008).

A hipótese de Oparin e Haldane, afirma que moléculas mais simples presentes em uma atmosfera primitiva reagiam entre si, como por exemplo metano (CH_4), amônia (NH_3), gás hidrogênio (H_2), gás nitrogênio (N_2) e vapor d'água (H_2O), formando biomoléculas (aminoácidos, açúcares, lipídios, purinas, etc.) presentes nos seres vivos.

Este processo provavelmente levou um período de milhões de anos e, posteriormente, estas biomoléculas dissolvidas em um oceano primitivo, começaram a combinar umas com as outras para formar biopolímeros (moléculas maiores feitas pela repetição de unidades simples, como as proteínas, que são sintetizadas a partir das unidades de aminoácidos).

Após mais alguns milhões de anos, estes biopolímeros se combinam e formam o que Oparin chamou de estruturas coacervadas (Figura 04). No interior destas estruturas ao longo dos milhões de anos, reações químicas começaram a ocorrer de forma mais complexa, podendo ter dado origem ao primeiro ser vivo (Zaia; Zaia, 2008).

Figura 04 - Gotas de coacervados obtidas artificialmente microfotogradas



Fonte - Luisi, 2013.

De acordo com pesquisas da Geologia, a Terra se formou há cerca de 4,5 bilhões de anos. As formas de vida mais antigas conhecidas surgiram no Planeta há pelo menos 3,6 bilhões de anos. A partir de 400 milhões de anos depois, a vida teria surgido através da matéria inerte. Não existe um consenso na literatura científica sobre a composição da atmosfera da Terra na época. Estudos sobre a poeira estelar de certos meteoritos e de gases presos em rochas antigas fornecem pistas.

Com base nesses dados, as hipóteses orientam-se na interação entre os elementos mais comuns, como hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio em menor proporção, que formaram moléculas simples como amônia (NH_3), metano (CH_4), formaldeído (HCHO), vapor d'água e ácido cianídrico (HCN), em uma atmosfera que

poderiam ser ora redutoras ou mais oxidantes, de acordo com a intensidade de radiação ultravioleta proveniente do sol (Murta; Lopes, 2005).

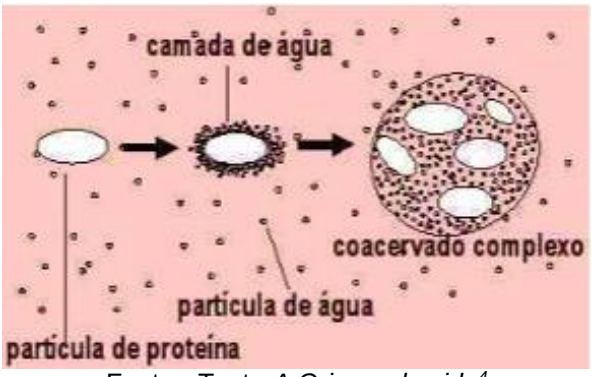
De forma geral, a Origem da vida se desenvolveu por meio de um processo gradual, com três fases sequenciais: A primeira refere-se à síntese pré-biótica de moléculas orgânicas; A segunda, à formação de agregados moleculares, caracterizados com um metabolismo primitivo; E, por fim, o surgimento de organismos com aparato bioquímico complexo, semelhantes aos organismos existentes.

A diminuição do bombardeamento por meteoritos, bem como a redução da atividade vulcânica e o resfriamento do planeta, contribuiu para uma mudança da atmosfera primordial, acrescentando dióxido de carbono (CO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) na atmosfera, reduzindo a concentração de metano (CH_4). O gás oxigênio (O_2), essencial para a vida, aumentou sua proporção somente há cerca de 2,7 bilhões de anos, como resultado do metabolismo dos seres vivos fotossintetizantes (Murta; Lopes, 2005).

O conceito do mundo pré-biótico está relacionado à síntese de substâncias presentes em organismos vivos, sob condições que poderiam ter levado à emergência da vida, inaugurada com a Teoria de Oparin e Haldane e com a confirmação no experimento clássico de Stanley Miller (1930-2007), em 1953. Essa abordagem fundamenta-se no compartimentalismo, cujas fundações afirmam que o início do desenvolvimento da vida tenha se originado no interior de um limite esférico fechado. As funções necessárias à vida teriam surgido, dessa forma, a partir do fluxo de energia e nutrientes através do limite desses compartimentos.

Deste ponto de vista, a vida começou por uma delimitação primitiva, fechada e semipermeável. A ideia básica do compartimentalismo é que conchas primitivas tenham encapsulado alguns catalisadores peptídicos simples e outras moléculas e tenha iniciado um metabolismo primitivo protocelular (Luisi, 2013) (Figura 05). Ainda de acordo com Luisi (2013), o princípio da compartimentalização relaciona a formação da vida com o desenvolvimento de sequências específicas de macromoléculas por meio de reações químicas.

Figura 05 – Formação do complexo coacervado em água

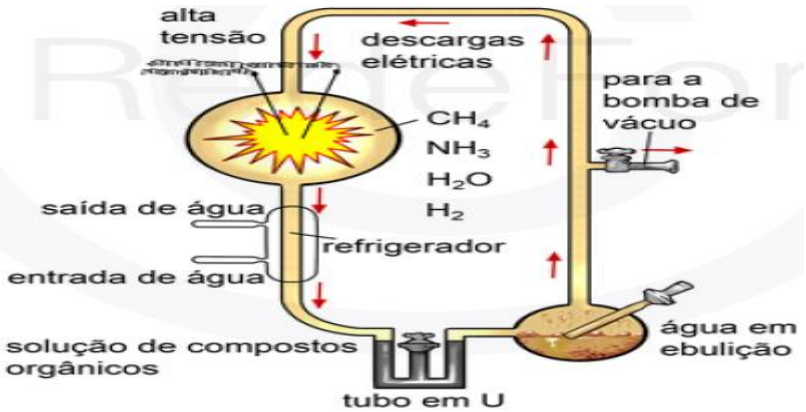


Fonte - Texto *A Origem da vida*[4]

A descrição da Origem da vida com base nas reações químicas primitivas está relacionada ao experimento realizado em 1953 pelo cientista Stanley Miller (1930-2007) e Frederick Urey (Figura 06). Para o experimento, uma ampola foi enchida com quatro componentes gasosos considerados por Oparin como sendo os constituintes da atmosfera pré-biótica.

Com o uso de descargas elétricas, que atravessavam as ampolas, de forma a imitar os relâmpagos, Miller conseguiu formar em seu balão diversos a-aminoácidos e outras substâncias de grande importância biológica. Stanley Miller, foi o primeiro cientista a abordar essa hipótese com base na teoria de Oparin e Haldane. Seu famoso experimento foi realizado no laboratório de Harold C. Urey (Prêmio Nobel de Química de 1934), que foi seu orientador na Universidade de Chicago e deu origem ao que hoje chamamos de Química pré-biótica.

Figura 06 - Aparelho utilizado por Miller para a síntese de aminoácidos



Fonte - Texto *A Origem da vida*.[5]

Disponível em: https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoBiologia/Evolu_2011_2012/Evolu_v2_02.pdf

[5] Disponível em:

A Química pré-biótica estuda as reações químicas que poderiam ter contribuído para o surgimento da vida em nosso planeta e investiga também quais reações podem ter levado à formação de alguma molécula vital para os seres vivos (aminoácidos, vitaminas, lípidios, etc.) ou precursores desta (dímeros de cianetos), biopolímeros (proteínas, peptídeos, glicogênio, ácido desoxirribonucleico - DNA, etc.) e estruturas coacervadas.

Este campo da Ciência busca as respostas em uma linha vertical *de baixo para cima*. Procuram-se evidências de moléculas mais simples que se polimerizam e formam estruturas cada vez mais complexas até o surgimento do primeiro ser vivo. Esta forma de estudar o problema da Origem da vida é campo para químicos e geólogos que estudam o princípio de pequenas moléculas em condições primitivas (Zaia; Zaia, 2008).

Como mencionado, o experimento realizado por Stanley Miller foi concebido para testar a hipótese de Oparin e Haldane sobre a Origem da vida. Para isto, ele criou um sistema fechado e inseriu quatro componentes gasosos considerados os principais gases constituintes da atmosfera pré-biótica: hidrogênio, amônia, metano, além do vapor d'água.

Através de descargas elétricas, usadas para simular os relâmpagos portadores de energia e após algumas semanas, foi possível verificar a formação de diversos aminoácidos como glicina, α-alanina, β-alanina, ácido aspártico e α-aminoácido-n-butírico (Zaia, 2003; Zaia; Zaia, 2008; Luisi, 2013).

Com os avanços da ciência, os experimentos como o de Miller passaram a ser questionados. Dentre os argumentos dos estudiosos estaria o fato de que a atmosfera terrestre jamais foi redutora, isto é, formada por gases em suas formas mais reduzidas (CH_4, NH_3), mas sim, mais ou menos redutora (CO, H_2, N_2) e neste tipo de atmosfera o rendimento de aminoácidos produzidos era muito baixo. Outra questão seria que os aminoácidos, ao serem formados na atmosfera primitiva, cairiam nos oceanos extremamente quentes e seriam diluídos, diante disso, dificilmente peptídeos se formariam e, em consequência, a evolução molecular não ocorreria.

Vale ressaltar um contraponto sobre a última afirmação, pois o trabalho pioneiro de Cairns-Smith, em 1974, que desenvolveu uma hipótese em que afirma que a superfície argilosa que formava o forro oceânico, poderia ter absorvido o material

---

https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoBiologia/Evolu_2011_2012/Evolu_v2_02.pdf

orgânico, que em uma concentração suficiente, teria atuado como pré-concentrador e catalisador para a polimerização no ambiente aquoso primordial (Zaia, 2003; Luisi, 2013).

Apesar de não haver uma concordância total na literatura específica, este experimento trouxe um ponto chave: compostos bioquímicos complexos como aminoácidos podem ser formados a partir de uma mistura muito simples de gases, parecidos com o que se tinha na atmosfera pré-biótica. Esta teoria forneceu aos cientistas uma maneira de como estudar o problema da Origem da vida em nosso planeta e diversos outros estudos foram realizados para testar outras hipóteses.

As ideias de Oparin sobre a Origem da vida foram sendo superadas por discussões que envolvem genes como base para os primeiros seres vivos. No entanto, a teoria de Oparin e Haldane, devido a sua originalidade e contexto histórico deve ser respeitada, uma vez que o DNA não era conhecido como material genético e os cientistas acreditavam que a proteína era a chave de tudo (Luisi, 2013).

Neste contexto, uma outra abordagem para a Origem da vida é o *Mundo de RNA*. De maneira geral, essa teoria parte da premissa de que o ácido ribonucleico - RNA seja a macromolécula que deu origem ao DNA e depois às proteínas, em processo no qual uma família de RNA autorreplicantes tenha se originado mais ou menos espontaneamente no caldo primordial da Terra primitiva. Nos dias atuais, há um consenso de que o RNA tenha se originado antes do ácido desoxirribonucleico - DNA.

Alguns trabalhos já foram capazes de sintetizar RNA com a utilização de enzimas. No entanto, nenhum deles foi capaz de produzir RNA em condições pré-bióticas. O mundo pré-biótico de RNA permanece uma hipótese pobre em comprovações experimentais, ainda não se encontraram condições de um cenário pré-biótico para produção de nucleotídeos e sua respectiva polimerização, no entanto, é importante reconhecer a importância da autorreplicação enquanto mecanismo básico para início de processos de evolução molecular (Luisi, 2013).

Uma outra abordagem refere-se ao Metabolismo Pré-biótico. Experimentos realizados por pesquisadores, para verificar redes de reações químicas, examinaram um modelo que começa com dióxido de carbono (CO_2) e redutores e utiliza pares redox como fonte de energia. Segundo essa teoria, o metabolismo corresponde a um percurso universal para o processo de Origem da vida. As enzimas teriam surgido somente depois, inicialmente acelerando o ciclo e, em seguida, assumindo o seu

controle.

A questão é um metabolismo anterior à origem das macromoléculas catalíticas. De acordo com a teoria do Metabolismo Pré-biótico a organização dos ciclos metabólicos complexos, envolve pequenas moléculas, como o ciclo reprodutivo do ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) sobre superfícies minerais que serviriam de base para a polimerização em ambiente aquoso.

A concentração de componentes orgânicos se formaria não do *caldo primordial*, mas sim absorvidos por uma superfície mineral. O passo sucessivo seria a incorporação de peptídeos encontrados no ambiente, fato que abriria caminho para o aumento gradativo da complexidade dos seres vivos. No entanto, as teorias que fazem referência sobre ciclos bioquímicos complexos e auto-organizados não apresentam evidências empíricas e há quantidade de suposições não razoáveis quanto às propriedades dos minerais e de outros catalisadores (Luisi, 2013).

Sobre o desenvolvimento das diferentes teorias sobre a Origem da vida, Murta e Lopes (2005, p. 27) comentam que:

> Nenhuma teoria exclui por completo as demais, sendo possível mais de uma ou mesmo todas terem concorrido com alguma parcela para a emergência dos seres vivos na Terra. A importância da questão reside não na certeza, mas na indicação dos pressupostos para a formulação de experimentos que pretendem refazer os primeiros passos da matéria rumo à vida.

Sendo assim, “o reconhecimento dos limites de cada teoria, de cada modelo, de cada avanço, é fundamental para construir uma cultura sobre a ciência, contextualizada na cultura científica deste final de século” (Mortimer, 2000, p. 115). Entendemos que o conteúdo Origem da vida passou por distintas perspectivas científicas, sendo importante e instigante para o Ensino de Química, o trabalho com estas diferentes experiências.

Neste contexto, na próxima seção são abordados os pressupostos metodológicos da pesquisa da Produção Técnica Educacional.

2 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

2.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa desenvolvida ocorreu por meio da aplicação da Produção Técnica Educacional. O Estudo Dirigido sobre o tema Origem da vida foi ofertado aos discentes de Licenciatura em Química de uma unidade do Instituto Federal. As inscrições foram realizadas de forma *on-line*, via *Google Forms*. As atividades ocorreram em cinco encontros no período do mês de outubro a novembro de 2022, das 17h30 às 19h30. Cada encontro teve duração de duas horas, e foram contabilizadas mais duas horas referentes às pesquisas para a realização das atividades propostas, totalizando 12 horas. O Estudo dirigido foi realizado como forma de proporcionar horas de atividades curriculares complementares para os acadêmicos, sendo disponibilizado certificação ao final dos encontros. Também foi criado um grupo no aplicativo de mensagens *What's app* para comunicação e envio de atividades.

Os dados coletados no decorrer do Estudo Dirigido foram as respostas a um questionário inicial (Apêndice A) e a um questionário final (Apêndice B), aplicados aos alunos, além das observações e anotações da participação dos acadêmicos durante a aplicação das atividades. Os encontros foram gravados e transcritos para análise descritiva. O questionário inicial foi aplicado de forma impressa, no primeiro encontro e o questionário final foi realizado por meio do *Google Forms,* após a última aula.

A metodologia adotada para análise dos resultados se pautou na pesquisa qualitativa em relação aos objetivos e descritiva quanto aos procedimentos. O método qualitativo é caracterizado quando se realiza a pesquisa no local de origem dos dados, possui caráter descritivo e enfoque indutivo, assemelha-se aos procedimentos de interpretação dos fenômenos empregados no nosso dia-a-dia, situados em determinado contexto que revelam parte da realidade (Dalfovo *et al*. 2008).

Dalfovo *et al*. (2008) ainda comentam sobre algumas das características básicas da pesquisa qualitativa.

> Foco na interpretação ao invés da quantificação: geralmente, o pesquisador qualitativo está interessado na interpretação que os próprios participantes têm da situação sob estudo; ênfase na subjetividade ao invés de na objetividade: aceita-se que a busca de objetividade é um tanto quanto inadequada, já que o foco de interesse é justamente a perspectiva dos participantes; orientação para o processo e não para o resultado: a ênfase

> está no entendimento e não num objetivo pré-determinado; preocupação com o contexto, no sentido de que o comportamento das pessoas e a situação ligam-se intimamente na formação da experiência; reconhecimento do impacto do processo de pesquisa sobre a situação de pesquisa: admite-se que o pesquisador exerce influência sobre a situação de pesquisa e é por ela também influenciado (Dalfovo *et al*., 2008, p. 10).

O método qualitativo revela uma mistura de procedimentos de cunho racional e intuitivo, capazes de contribuir para a melhor compreensão dos fenômenos. Nesse contexto, o trabalho de descrição tem caráter fundamental em um estudo qualitativo, para o levantamento e compreensão dos dados.

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal do Paraná – IFPR, *Campus* Jacarezinho (Figura 07). A instituição oferta os seguintes Cursos Integrados ao Ensino Médio: Alimentos, Informática, Eletromecânica, Eletrotécnica e Mecânica; Já no Técnico Subsequente: Arte Dramática; Por fim, no Ensino Superior: Licenciatura em Química, Engenharia de Controle e Automação e Sistemas para Internet.

Figura 07- Instituto Federal do Paraná – *Campus* Jacarezinho

Fonte - Página do Instituto Federal do Paraná – *Campus* Jacarezinho.[6]

O curso de Licenciatura em Química, com ênfase em Ciências da Natureza, foi criado por meio da Resolução nº. 28, de 23 de outubro de 2014, cujo objetivo é a formação de docentes em nível superior para atuarem, especialmente, nas séries finais do Ensino Fundamental no ensino de Ciências, como também no Ensino Médio, no ensino de Química.

A organização curricular do IFPR - *Campus* de Jacarezinho para o Curso de Química é de 2.200 horas destinadas à formação pedagógica discente, ao campo da Ciência geral e ao da Química especificamente, além de 400 horas para o estágio supervisionado, 400 horas para prática como componente curricular, que estão

[6] Disponível em: https://jacarezinho.ifpr.edu.br/.

distribuídos ao longo das disciplinas de Ciências e Química, e 200 horas para atividades de aprofundamento do conhecimento, totalizando 3.200 horas.

O curso visa o desenvolvimento de competências necessárias para que o professor possa trabalhar de forma transversal os diversos campos de saberes e das tecnologias. O currículo tem como principal objetivo possibilitar a aprendizagem integral dos estudantes, respeitada a sua diversidade pessoal, social e cultural.

O ensino, pesquisa e extensão no IFPR se dá mediante um currículo flexível, por meio da elaboração de projetos interdisciplinares que sejam capazes de difundir a cultura, a ciência e o saber, realizando concretamente a ligação entre a instituição e a sociedade. Essa implementação pode ocorrer por meio de cursos de extensão, cursos de formação inicial, seminários, fóruns, palestras, e outros que articulem os currículos a temas de relevância social, local e/ou regional e que potencializem recursos materiais, físicos e humanos disponíveis.

A flexibilidade e diversificação dos currículos também encontram respaldo nos princípios constitucionais, artigo 206, incisos II e III, que preconizam a liberdade de aprender, de ensinar, de pesquisar e de divulgar o pensamento, a arte e o saber, assim como o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas; além do previsto na organização da educação nacional, na obrigatoriedade dos sistemas de ensino de assegurarem progressivos graus de autonomia pedagógica a suas unidades escolares. Neste contexto, a pesquisa contou com a elaboração e a implementação de uma PTE, no formato de Estudo Dirigido, ofertado para um grupo de licenciandos do curso de Química do Instituto Federal do Paraná, *Campus* Jacarezinho.

2.2 METODOLOGIA DE ENSINO

A metodologia de ensino consiste no Estudo Dirigido: Propõe a realização de atividades que os alunos possam resolver, de modo que assimilem o processo de busca de soluções de problemas. A investigação e solução devem conter problemas significativos que mobilizem o conhecimento acadêmico, contribuindo para o aperfeiçoamento do aprendizado (Libâneo, 2013).

Neste contexto, Giordan (2016) afirma que a teoria desvinculada da realidade pode incidir no senso comum, por isso, em sala de aula é importante trazer desafios para a aprendizagem dos estudantes. O professor deve trabalhar alinhando a teoria ao contexto político, econômico, socioambiental em que está inserido. As atividades

devem ser articuladas e problematizadas. O docente, deve, portanto, aproximar a realidade vivenciada pelos estudantes ao conteúdo que ensinará.

Essa problematização consiste em:

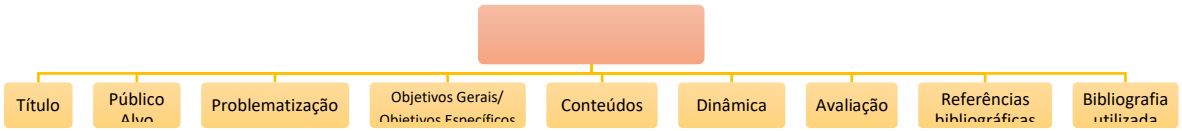
> Trazer o conhecimento para o contexto do alunado, buscar indagações que imprimam sentido ao conhecer. Dessa forma podem-se construir relações entre o conhecimento científico e a realidade (cultural, social e mesmo histórica) dos estudantes. A problematização é o agente de interlocução entre os conhecimentos científicos e de outras culturas provenientes das realidades sociais nas quais a comunidade escolar se encontra inserida (Giordan, 2016, p. 26).

O tema Origem da vida permeia, por natureza, a existência dos seres humanos, que racionalmente refletem sobre o início dos processos, além de ser presente no cotidiano das religiosidades, predominantemente cristã no contexto do desenvolvimento da pesquisa. O Estudo Dirigido assimila-se a uma Sequência Didática quanto ao desenvolvimento das atividades e sua realização pelo professor.

Guimarães e Giordan (2011) classificam como instrumento de ações e operações da prática docente. O planejamento do professor determinará a forma e os meios pelos quais ocorrerão os processos de apropriação dos conhecimentos. As atividades desenvolvidas devem envolver situações didáticas encadeadas, formando um percurso de aprendizagem. Dessa forma, a atenção deve estar no processo educativo e não apenas no produto da aprendizagem. O professor é o responsável pelas tarefas de ensino, explicação da matéria, orientação das atividades e verificação da aprendizagem, mas tudo isso é feito para encaminhar o estudo ativo dos alunos.

O planejamento das atividades a serem desenvolvidas é de suma importância na preparação das aulas. O Estudo Dirigido exige a elaboração de um roteiro ou plano de aula, cujo os registros dos objetivos das atividades e as avaliações a serem realizadas, servem para organizar e dar um encaminhamento para a aprendizagem (Guimarães; Giordan, 2011). As atividades a serem realizadas pelos alunos, como experimentos, observações, seminários, devem constar no material instrucional e ser devidamente detalhadas no plano de aula. Neste contexto, o autor traz os principais elementos estruturantes para a elaboração de uma Sequência Didática, que neste trabalho aplicou-se ao Estudo Dirigido (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais elementos estruturantes da Sequência Didática em ordem da esquerda para direita



Fonte - Guimarães e Giordan (2011).

Os elementos norteadores da Sequência Didática propostos por Guimarães e Giordan (2011), foram considerados para o planejamento de ensino dos encontros do Estudo Dirigido. Sendo assim, os elementos que devem estar presentes nas atividades são: título, que apesar de ser algo simples deve ser atrativo, e também deve refletir o conteúdo e as intenções formativas. Em relação ao público alvo, as atividades devem ser planejadas de acordo com as condições sob as quais serão submetidas, no caso de nossa pesquisa, o IFPR teve a estrutura necessária.

A problematização é o agente que une e sustenta a relação sistêmica da proposta. A argumentação sobre o problema ocorre por meio de questões sociais e científicas que justifiquem o tema e também que problematizem os conceitos que serão abordados. Neste sentido, a formulação de problemas deve ser construída, por meio do desenvolvimento de conceitos científicos.

Os objetivos gerais propostos devem ser passíveis de serem atingidos, assim como os conteúdos devem refletir tais objetivos. Os objetivos específicos representam metas do processo de ensino e aprendizagem, são um organizador detalhado das intenções de ensino que auxiliam a planejar tanto a escolha das metodologias mais pertinentes quanto às formas de avaliação.

Os conteúdos devem estabelecer relação com os demais componentes curriculares de forma interdisciplinar, uma vez que os fenômenos da natureza não se manifestam segundo uma divisão disciplinar. A dinâmica refere-se às metodologias de ensino, que podem promover situações de aprendizagem, no caso do trabalho que foi desenvolvido, utilizou-se rodas de conversa para discussão de textos científicos, TDIC, experimentação, apresentação de trabalhos.

As dinâmicas variadas de ensino são importantes e necessárias, desde que sejam realizadas de acordo com a estrutura e contexto social da escola. Os métodos avaliativos precisam ser condizentes com os objetivos e com os conteúdos previstos

durante as atividades. As referências bibliográficas pode ser diversas, tais como as obras, livros, textos, vídeos que serão utilizadas no desenvolvimento das aulas propostas.

E por fim, a bibliografia, que são os trabalhos utilizados para estruturar os conceitos, metodologias de desenvolvimento e/ou avaliação, que foram utilizados na elaboração das atividades contidas Estudo Dirigido, e que servem como material de apoio e estudo do professor (Guimarães; Giordan, 2011).

Para um processo de ensino mais autônomo, é necessário que os objetivos e os resultados esperados das atividades sejam correspondentes aos conteúdos trabalhados e cabe ao docente a organização e o planejamento do Estudo Dirigido. No trabalho aplicado tivemos como objetivo trabalhar com a interdisciplinaridade entre a Química e a Biologia; abordar a História da Ciência, no que diz respeito a compreensão de diferentes teorias para a Origem da vida; promover a interação com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC; realizar práticas experimentais.

Almejou-se como resultado que os estudantes entendam conceitos e processos da Química pré-biótica; compreendam cientificamente as pesquisas sobre Origem da vida e reflitam criticamente o surgimento da vida a partir da História da Ciência.

O curso teve carga horária total de 12 horas, cinco aulas de duas horas, mais duas horas referentes às atividades de pesquisa extra-classe. O tempo foi ajustado para cada sessão de estudo, com organização prévia dos recursos necessários para a realização das atividades propostas: discussões sobre o tema Origem da vida, pautadas em estudos científicos; desenvolvimento de atividades envolvendo as TDIC, em especial a plataforma *Canva*, o *software ArgusLab* e a ferramenta *Padlet*; práticas experimentais referentes à formação dos primeiros seres vivos.

Os resultados obtidos pelos trabalhos finais dos alunos foram compartilhados entre eles via a ferramenta *Padlet* com o intuito de promover o diálogo e o aprendizado de forma colaborativa, focalizando o processo de ensino na aprendizagem ativa do aluno. O Estudo Dirigido pode possibilitar ao educando promover os conhecimentos sistematizados e contribuir para o seu desenvolvimento intelectual, de forma útil para as atividades de estudo e para a vida prática (Libâneo, 2013).

De acordo com Silva (2014), o Estudo Dirigido pode auxiliar a contextualização do assunto para o educando e estimular pesquisas autônomas, pois são realizadas discussões sobre o tema abordado, fazendo com que os estudantes se tornem

agentes ativos de sua aprendizagem. Um fator preponderante é a participação do professor, que precisa planejar as atividades de acordo com a realidade dos alunos e suas necessidades conceituais à medida que o material é aplicado e as respostas observadas. Os conteúdos devem ser aprimorados no intuito de minimizar as dificuldades identificadas (Silva, 2014).

A implementação do Estudo Dirigido para a temática da Origem da vida visa favorecer a ampliação do conhecimento dos futuros professores quanto aos aspectos conceituais relacionados ao tema, por meio da apresentação e compreensão do contexto histórico dos experimentos que fundamentam diferentes pensamentos científicos sobre o assunto e de forma investigativa. A utilização de textos e questionamentos que os trazem como protagonistas no processo de ensino e de aprendizagem.

3 PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

3.1 ESTRUTURA GERAL DO ESTUDO DIRIGIDO

O Estudo Dirigido foi dividido em cinco encontros, descritos a seguir. Antes, é importante salientar que a PTE, apresentada neste documento está disponível eletronicamente[7].

No primeiro encontro foram apresentadas as propostas e os objetivos do Estudo Dirigido e recolhidos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme as exigências do Comitê de Ética da Universidade em que é vinculada a pesquisa.

No questionário inicial, o intuito foi verificar as percepções dos estudantes sobre o tema Origem da vida. Durante o encontro, foi realizada uma apresentação através da plataforma *Canva*, sobre o conceito e a importância da História da Ciência, que foi posteriormente discutida por meio de uma roda de conversa.

Também foi questionado sobre quais teorias acerca da Origem da vida os acadêmicos conheciam e as origens desses saberes. Ao final do encontro, foram enviados três artigos científicos sobre a Origem da vida (Quadro 2) no grupo de *What's App*. Os acadêmicos foram instruídos a fazerem a leitura dos artigos e a levantarem as principais informações sobre as teorias da Origem da vida apresentadas. Buscou-se direcionar o conteúdo com a cientificidade adequada.

Quadro 2 - Artigos científicos enviados para os discentes

Artigo	Autores	Revista	Ano
Química pré-biótica: Sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra	Maria Márcia Murta e Fabio Almeida Lopes	Quim. Nova	2005
Algumas controvérsias sobre a Origem da vida	Dimas A. M. Zaial e Cássia Thaïs B. V. Zaia	Quim. Nova	2008
Origens da vida	Augusto Damineli Edaniel Santa Cruz Damineli	Estudos avançados	2007

Fonte - Autora (2023).

Ao final do encontro, os acadêmicos foram divididos em duplas para que pudessem discutir e planejar uma apresentação final sobre as teorias da Origem da

[7] Disponível em: https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais. Para mais informações, entre em contato pelo e-mail: vr.moraes2@gmail.com

vida, com base na Química pré-biótica. Os recursos tecnológicos necessários para as apresentações foram desenvolvidos com os alunos durante os encontros. O trabalho em grupo pode favorecer as discussões entre os alunos, de forma a compreenderem os conceitos estudados e a debaterem suas opiniões com as dos colegas. O debate pode promover o desenvolvimento das habilidades de ouvir, argumentar e respeitar a opinião do outro.

No segundo encontro foi realizada uma roda de conversa para verbalizar os resultados da leitura dos artigos sobre as teorias para a Origem da vida. Os acadêmicos comentaram brevemente suas opiniões sobre os pontos principais de cada artigo e destacaram que a leitura permitiu ampliar suas visões quanto ao tema Origem da vida. Cabe ressaltar que o debate foi enriquecedor para estimular a criatividade e o interesse pelo tema.

Ao longo da roda de conversa foi possível observar que a leitura dos textos científicos permitiu contribuir para a formação intelectual dos estudantes, além de constituir um elemento motivador para a aprendizagem. Machado e Mortimer (2007) discorrem ser necessário transformar os espaços escolares, dando voz aos alunos, não apenas para que reproduzam as respostas mais adequadas, mas para que expressem suas próprias visões de mundo.

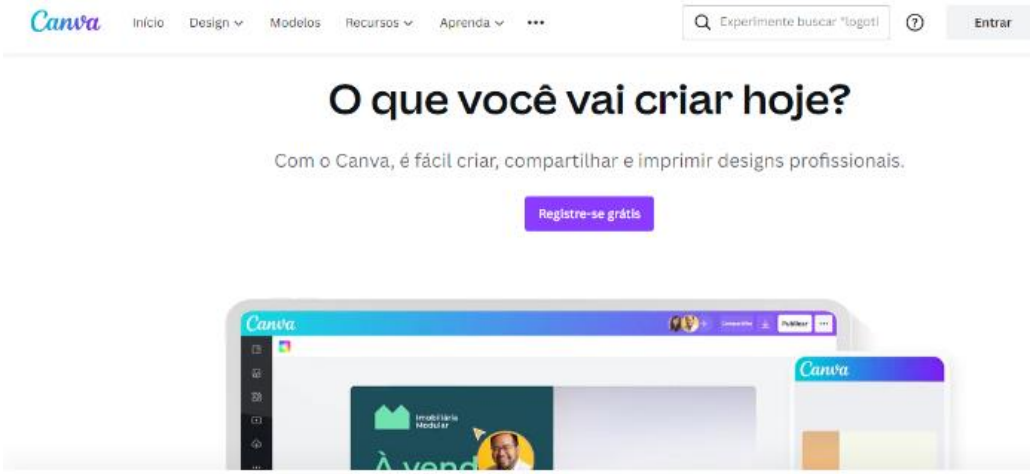
Dando sequência às atividades do encontro, foi realizada uma apresentação expositiva, utilizando a plataforma *Canva,* sobre as teorias da Origem da vida, com foco na Química pré-biótica, abordando o Mundo do RNA, o Metabolismo pré-biótico e a teoria compartimentalista de Oparin e Haldane. De acordo com Murta e Lopes (2005), a compreensão da origem das moléculas orgânicas, bem como a formação de biomoléculas complexas são consideradas pilares necessários nas tentativas de se investigar a Origem da vida.

Neste contexto, foi necessário abordar os principais conceitos acerca dos mecanismos de síntese que podem ter dado origem às moléculas orgânicas que constituem o alicerce das formas de vida atuais, como os aminoácidos, as bases nitrogenadas do DNA e os polissacarídeos. Durante o encontro foi reforçada a importância de compreender as diferentes teorias para Origem da vida com base na História da Ciência.

No terceiro encontro foram apresentados alguns recursos da plataforma *Canva* (Figura 08), para que os acadêmicos pudessem conhecer as principais funcionalidades, como a montagem de apresentações, uso de imagens, vídeos e

simulações, e para a elaboração de uma apresentação final sobre os conteúdos debatidos no segundo encontro do curso de formação inicial.

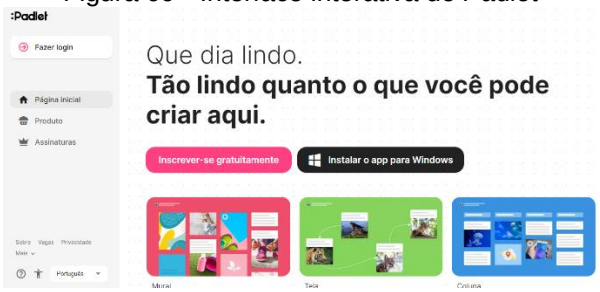
Figura 08 - Interface interativa do *Canva.*



Fonte - https://www.canva.com/pt_br/.

Após a explanação sobre as funcionalidades do *Canva* foi apresentada a plataforma *Padlet* (Figura 09). A ferramenta *Padlet* foi utilizada para os acadêmicos compartilharem suas apresentações e divulgarem os seus trabalhos com a turma toda. Foi enviado um *link*, no qual as atividades foram postadas. O sistema *Padlet* pode ser comparado a um quadro ou mural de aviso que permite a criação de quadros virtuais, sendo possível compartilhar o que é criado na plataforma com outros usuários do serviço, o que facilita o gerenciamento de trabalhos em instituições de ensino. O uso dessas plataformas digitais permitiu a utilização das tecnologias a favor da aprendizagem.

Figura 09 - Interface interativa do *Padlet*

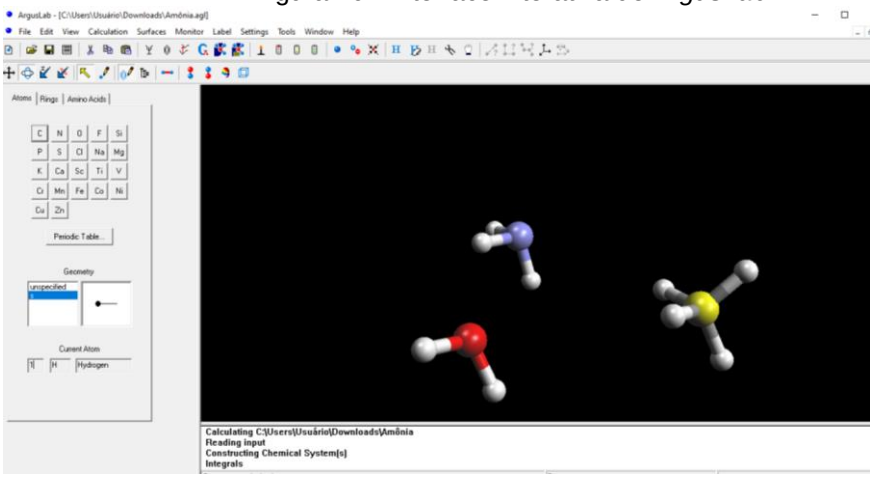


Fonte - https://padlet.com/.

A necessidade da representatividade dos conceitos submicroscópicos da Química fomenta a utilização das novas tecnologias, como o uso da RV. Nesse contexto, no quarto encontro, os discentes foram direcionados para o laboratório de informática para a apresentação do *software ArgusLab* (Figura 10). Os estudantes

foram instruídos e realizaram a interação com os recursos do *software,* como a construção das moléculas apresentadas na teoria de Oparin e Haldane, tais como metano (CH_4), amônia (NH_3), vapor d'água (H_2O) e hidrogênio (H_2). Os acadêmicos foram orientados a salvar uma cópia de cada arquivo e enviar para o correio eletrônico da professora responsável.

Figura 10 - Interface interativa do *ArgusLab*.



Fonte - Autora (2023).

Após as atividades no laboratório de informática, os acadêmicos foram direcionados ao laboratório de Química para realizarem uma prática sobre a formação de coacervados, estrutura apresentada na teoria de Oparin e Haldane.

No quinto e último encontro foram realizadas as apresentações dos trabalhos e as discussões finais. O intuito foi promover a divulgação científica do conteúdo Origem da vida, utilizando os recursos tecnológicos apresentados no decorrer das aulas, com foco na História da Ciência. Os dados finais foram coletados de forma assíncrona, por meio de um questionário *on-line* no *Google Forms*.

Diante do exposto, a próxima seção traz a análise dos dados coletados durante a realização do Estudo Dirigido.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Onze acadêmicos realizaram a inscrição, desses, seis compareceram aos encontros e participaram das atividades. Do total, cinco eram do sexo feminino e um do sexo masculino. A média de idade foi de 29,3 anos. Três estudantes eram do 6º período, um do 4º período e dois do 1º período de Licenciatura em Química.

No primeiro encontro foi realizada uma breve apresentação, discorrendo sobre as atividades e objetivos dos encontros. Logo após foi entregue um questionário inicial, o qual continha perguntas relacionadas ao tema Origem da vida. O intuito foi mensurar as concepções prévias dos acadêmicos sobre o tema. A fim de preservar a identidade, os participantes foram identificados com a sigla Ac1 para Acadêmico 1, e assim por diante.

A primeira pergunta do questionário foi realizada com o intuito de verificar a definição do fenômeno vida para os acadêmicos. Deste questionamento verificou-se duas concepções predominantes (Quadro 3). A primeira, refere-se à crença de Deus como criador de tudo, ou seja, a vida relacionada às concepções criacionistas, conforme relatado por Ac1, que definiu a vida como um “milagre divino”.

Nas palavras de Ac2 a vida seria “um turbilhão de acontecimentos que aconteceram por meio de um criador”, Ac5 traz a ideia de vida como “a energia dada pelo criador a todos seres vivos”. A segunda concepção é relacionada aos conceitos de evolução química. De acordo com Ac4 “a vida é qualquer organismo que seja formado por células que reagiram ao longo do tempo”, Ac3 e Ac6 não definem o fenômeno vida, mas justificam seu surgimento com base nas reações químicas para a formação das células, unidade estrutural básica dos seres vivos.

Quadro 3 - Concepções dos licenciandos sobre a Origem da vida

Acadêmicos	Concepção criacionista	Concepção científica
Ac1	“A vida é um milagre divino”.	
Ac2	“Um turbilhão de acontecimentos que ocorreram por meio de um criador”.	
Ac3		“A vida surgiu por reações químicas, permitindo o metabolismo e a sobrevivência”.
Ac4		“A vida é qualquer organismo, que seja formado por células, que surgiram ao longo do tempo”.
Ac5	“É a energia dada pelo criador a todos seres vivos”.	
Ac6		“A vida surgiu por meio de reações

		químicas que ocorreram formando as células".

Fonte - autora (2023).

O segundo questionamento procurou verificar a explicação para o surgimento da vida, de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes. Ac1 esquivou-se do tema ao dar a resposta, pois afirmou que a vida é "uma missão a ser cumprida". Já Ac2 discorreu que "as primeiras espécies não vieram de algum lugar, elas sempre existiram porque Deus foi o criador". Da mesma forma, Ac5 respondeu que a vida "surgiu pela vontade de um ser supremo, onde todas as coisas foram criadas, a Terra, a luz, os animais e os seres humanos". Essas visões, novamente reforçam o criacionismo, concepção oriunda do contexto cotidiano e das relações sociais dos acadêmicos, cuja religiosidade tem grande influência.

Trabalhar as teorias sobre a Origem da vida e dos seres vivos é uma tarefa complexa, dada a coexistência de diferentes explicações para o fenômeno: a científica, tal como mostrada nos livros de Biologia e de Química, as de inspiração filosófica ou religiosa, tal como o criacionismo, que são trazidas de outros espaços de vivência dos sujeitos, que possuem diferentes visões de mundo (Porto e Falcão, 2010).

Corroborando, Grimes e Schroeder (2019) destacam que a temática Origem da vida possui uma grande carga de conhecimentos espontâneos, devido à cultura e a religião presentes na vida dos estudantes. A investigação dos pesquisadores, realizada com estudantes de Biologia do Ensino Médio, apontou que os aspectos culturais e afetivos estão envolvidos na construção dos conceitos científicos sobre o tema. De acordo com os referidos autores, trata-se de um tema que possui implicações filosóficas e religiosas, configurando um conjunto de complexidades no que diz respeito ao seu ensino, sobretudo à sua aprendizagem (Grimes; Schroeder, 2019).

Quando questionados onde apreenderam sobre a teoria que mais acreditam, três acadêmicos (Ac1, Ac2 e Ac5) citaram família e religião, Ac3 afirmou não ter uma teoria que mais acredita. Ac4 respondeu ter aprendido em "canais de ciência e na internet". Apenas o Ac6 citou a escola como fonte de informação. Houve uma predominância dos conhecimentos oriundos do contexto familiar e religioso, Porto e Falcão (2010), observaram uma forte influência religiosa na concepção sobre a Origem da vida em estudantes do Ensino Médio. Os elementos familiares (pai, mãe,

tios ou avós) e religiosos (padres, pastores e textos religiosos) foram os mais destacados.

O contexto escolar ficou em segundo plano. Para os autores, o papel do professor no processo de ensino, está na organização do ambiente de aprendizagem, na proposição de tarefas desafiadoras e significativas aos estudantes. O professor precisa reconhecer que os alunos possuem uma identidade formada a partir de sua socialização primária, uma vez que, visões e valores estão firmados através da convivência familiar e religiosa. Ao professor cabe a importante tarefa de planejar as atividades de ensino, para auxiliar que esses conhecimentos prévios se desenvolvam em conceitos científicos, que são apreendidos no contexto escolar (Cerqueira, 2009).

Cerqueira (2009) em sua dissertação, verificou as representações sociais de um grupo de docentes de Ciências Naturais quanto à Origem da vida. Os professores declararam não haver estudado o tema em seus cursos de graduação e quando o fizeram foi de forma rápida e superficial, afirmaram também dificuldades relacionadas à falta de material didático de apoio para se trabalhar o tema em sala de aula. No estudo os professores afirmaram estar despreparados para realizar debates sobre a Origem da vida do ponto de vista científico e religioso.

A falta de um ensino sistematizado nas licenciaturas estava relacionada com as dificuldades desses professores para realizarem abordagens satisfatórias do tema em questão. Neste contexto, o tema Origem da vida é pouco trabalhado na maioria dos cursos de licenciatura. Muitos professores chegam à sala de aula com as concepções do ensino enraizadas em outras fontes que não a científica.

Evidências mostram que há uma dificuldade maior de abordar o assunto em sala de aula, devido a formação deficitária dos professores. O papel educacional do professor perpassa ensinar a distinção das dimensões da ciência e da religião, assim como a importância da reflexão sobre os conhecimentos adquiridos, uma vez que é uma das funções da escola moderna fazer dos estudantes pensadores críticos.

A análise do questionário inicial verificou que Ac1, Ac2, Ac5 deram respostas que se aproximam da visão criacionista divina, enquanto os demais acadêmicos trouxeram concepções mais coerentes do ponto de vista da ciência, relacionando os conceitos de Biologia com os conceitos de química, ao mencionarem sobre as reações químicas para a formação das células. Também foi associado o surgimento da vida, conforme as leis da evolução, quando os acadêmicos citam, por exemplo, que as condições da Terra ditaram os meios para o surgimento e desenvolvimento dos seres

vivos.

O acadêmico Ac3, por exemplo, afirmou que a vida surgiu “pela composição de elementos na Terra que deram condições para o surgimento de microrganismos e sua evolução”. Já Ac4 explicou o surgimento da vida a partir de “reações químicas e junções de estruturas na água”, complementou que a vida se originou de “estruturas semelhantes a células que se formaram em um oceano primitivo”.

Ac6 afirmou que “algum ser microscópico de uma única célula teria se desenvolvido e evoluído ao longo dos anos, dando origem a seres pluricelulares e diversificados”, o acadêmico também relaciona sua explicação com a evolução, onde escreveu que “viemos de um ancestral em comum que se desenvolveu a partir de uma célula primitiva”.

Nota-se que, ao discorrer sobre o nível celular, os acadêmicos basearam-se na proposição da teoria celular. As descrições feitas por naturalistas como os alemães Matthias Schleiden (1804-1881), em 1838 e Theodor Schwann (1810-1882), afirmaram que todas as coisas vivas, animais e vegetais são compostas por células. Os estudantes citaram também a teoria da evolução para explicar a Origem da vida, assim como na teoria de Oparin e Haldane, mesmo não mencionando diretamente.

Oparin e Haldane embasam sua teoria na evolução darwiniana. Oparin afirmou que nem sempre o planeta Terra foi povoado pelos seres vivos que o habitam atualmente e que os primeiros seres vivos surgiram na terra a partir de moléculas simples que teriam reagido entre si e sob influência de condições ambientais favoráveis deram origem a biomoléculas, que por vez formaram os biopolímeros, esses biopolímeros começaram a se combinar formando o que Oparin chamou de estruturas coacervadas.

Os coacervados primitivos teriam, segundo ele, dado origem aos primeiros seres vivos. Nesse sentido, há uma concepção de que a vida surge por um processo lento, emergindo e se desenvolvendo gradativamente. A seleção natural seria a explicação para o desenvolvimento gradativo da vida, por meio de transformações químicas influenciadas pelo ambiente. Para Oparin, o grande mérito da teoria darwiniana era descrever cientificamente e de maneira materialista o surgimento das plantas e dos animais, por meio do desenvolvimento progressivo do mundo vivo (Gasparri, 2015).

Ao serem questionados sobre qual a relação da Química com a Origem da vida, metade dos estudantes não souberam relacionar as áreas de conhecimento e

apresentaram respostas inconsistentes. Ac1 fez referência aos estudos da Genética; Ac2 afirmou não saber; Ac5 contribuiu dizendo que “o corpo é formado por substâncias químicas. A química está presente em tudo e há uma grande relação entre o criador e as reações químicas”.

Já os demais acadêmicos trouxeram uma visão baseada na ciência, mesmo que de forma superficial. Ac3 afirmou que “tudo o que existe vida tem alguma relação com a química, sejam reações ou transformações químicas”; Ac4 afirmou que “a Química enquanto Ciência estuda a matéria e as transformações que geraram a vida” e por fim, Ac6 discorreu que “para a vida existir é necessário que ocorram reações químicas”.

Reforçando os resultados apresentados, Grimes (2013), em um estudo realizado com discentes de licenciatura em Biologia, identificou uma série de equívocos científicos relacionados ao tema Origem da vida, como a “superficialidade conceitual, deficiência na formação inicial e questões religiosas”. A Evolução Química, teoria mais aceita atualmente, esteve pouco presente nas concepções dos licenciandos, e quando mencionada apresentava poucos elementos da Química, indicando a falta de uma perspectiva interdisciplinar entre as ciências (Grimes, 2013).

Em outro trabalho, Grimes e Schroeder (2019), ao analisarem a percepção de estudantes de Ciências Biológicas, concluíram que estes possuíam uma visão incompleta sobre a Origem da vida, ainda afirmaram que a evolução química, prevista nos currículos escolares, para explicar a Origem da vida, demanda entendimento de conceitos de Química. Os autores sugerem um trabalho conjunto entre os professores de Química e de Biologia, a fim de buscar estratégias que possibilitem o ensino interdisciplinar, promovendo uma visão menos fragmentada das Ciências.

Ensinar o tema Origem da vida em sala de aula é uma tarefa complexa, pois exige do estudante a construção dos conceitos científicos. Desse modo, para o ensino desses conteúdos, necessita-se de uma maior dedicação e preparo docente. O Estudo Dirigido sobre a Origem da vida, do ponto de vista da Química pré-biótica, visa colaborar para uma qualificação profissional e para um ensino de qualidade, para que o tema seja aprofundado através de uma perspectiva interdisciplinar entre a Biologia e a Química. Cerqueira (2009), comenta que as dificuldades no ensino e na aprendizagem do tema Origem da vida apresentam problemas relacionados a limites na reflexão da natureza científica.

Por fim, os acadêmicos foram questionados se consideravam importante

conhecer outras teorias sobre a Origem da vida. Ac1 respondeu que é importante, pois pode desvendar novos conhecimentos; Ac2 também afirmou a importância, “uma vez que conhecimentos diversos é muito bom”; Ac3 afirmou que “por não lembrar muito bem das teorias da Origem da vida, é muito bom poder ver novos conceitos para ter uma opinião mais crítica”; Ac4 discorreu que “conhecendo nossas origens e o avanço da vida ao longo do tempo, podemos decifrar questões atuais”; Ac5 também registrou “ser importante, pois dessa forma aprendemos e tiramos as dúvidas sobre o que acreditamos”; para Ac6 “a ciência sempre busca explicações a partir da experimentação e está sempre em desenvolvimento e evolução, conhecer diversas teorias apresentadas permite um maior esclarecimento acerca de diferentes fenômenos e situações”.

Delizoicov *et al*. (2002) afirmam que os conceitos e explicações de Ciências muitas vezes não correspondem às percepções de vivência social e cultural dos estudantes. O conhecimento científico impacta menos sobre as suas visões de mundo, principalmente se comparado com interpretações religiosas, comportamentos e hábitos de tradição. Assim, ao professor empreende-se a busca por integrar o universo cultural do estudante ao espaço escolar, fazendo o intercâmbio de informações, a partir de estratégias que sejam mais adequadas para o aprendizado do conhecimento científico.

Ao abordar a HC, procurou-se relatar, de forma geral, sobre o conceito de Ciência e como ocorreu o seu desenvolvimento nos diversos contextos e realidades de cada época. Para compreender mais profundamente a origem e a evolução do pensamento e da observação científica, é necessário situar essa evolução no tempo da própria humanidade (Chassot, 2003).

Ao buscar compreender o tema Origem da vida sob a ótica da HC, alguns acadêmicos comentaram sobre a importância do microscópio para observação das primeiras células, relacionando o termo vida com a ideia de célula e metabolismo (Ac3 e Ac6). Os estudantes mencionaram a importância do desenvolvimento das lentes, e *a posteriori*, dos aparelhos de microscopia para a observação, que levaram o homem a pensar e ver o mundo de uma forma diferente.

Oparin, em seu livro *A Origem da Vida*, de 1956, discorreu que as ideias de Platão abordavam que os vegetais e animais não viviam por si mesmos, mas só eram animados quando uma alma imortal se alojava no corpo deles. Este pensamento desempenhou um papel negativo nas teorias de outros filósofos da Grécia antiga,

como nas de Aristóteles, que influenciaram a cultura medieval e possuem influência na sociedade de hoje em dia.

O autor ainda afirma que as concepções aristotélicas tiveram grande influência sobre as concepções para a Origem da vida em outras escolas filosóficas posteriores, gregas ou latinas, que compartilhavam a opinião de Aristóteles sobre a geração espontânea dos seres vivos. Assim, a Origem da vida assumiu um caráter mais idealista, até mesmo místico. A teoria dos neoplatônicos ensinava que os seres vivos provinham da animação da matéria por um espírito. Plotino (204-270 d.C.), um dos líderes dessa escola filosófica, pode ter sido o primeiro a formular a ideia de força vital (Oparin, 1956).

Neste contexto, temos o criacionismo primitivo, com base em textos bíblicos, escritos a partir de cópias de textos antigos do Egito e da Babilônia, por exemplo, adaptados por autoridades teológicas da Igreja Cristã do fim do século IV e início do século V, que organizaram as filosofias sobre Origem da vida com a doutrina neoplatônica, servindo de base para uma concepção mística sobre a Origem da vida, que até hoje é integralmente conservada pelas igrejas cristãs.

Agostinho, contemporâneo de Basílio e uma das autoridades mais influentes da igreja católica, defendeu em suas obras que a geração espontânea dos seres vivos constitui a manifestação da onipotência divina, animação da matéria inerte por um espírito criador, por invisíveis sementes espirituais. Agostinho estabeleceu a plena correspondência da teoria da geração espontânea com os dogmas da Igreja Cristã, que até hoje sustentam que os seres vivos surgiram, e surgem, por geração espontânea, conforme ato de criação divina (Oparin, 1956).

A visão que a Igreja tem da alma, como *sopro divino* para originar a vida, é uma visão aristotélica relacionada ao idealismo e com raízes na abiogênese (uma força vital dá origem ao ser inanimado). De acordo com Oparin (1956), o idealismo é a ideia de que um ser supremo insuflou alma a uma carne inanimada e inerte. Para o autor, a vida é material e não precisa de “alma” para dar vida a um ser.

No segundo encontro, foram abordados os principais cientistas e seus experimentos, que contribuíram para desbancar a abiogênese. As abordagens mudaram conforme a ciência evoluiu. A teoria da geração espontânea foi refutada, sobretudo pelos experimentos realizados por Pasteur e Tyndall, no século XIX. Logo após, os estudantes foram instigados a falar sobre o que sabiam da teoria da Origem da vida, de acordo com Oparin. Os alunos, no geral, conseguiram lembrar dos

conteúdos que aprenderam durante as aulas do Ensino Médio, principalmente conceitos referentes à “sopa primordial” e as condições da “Terra primitiva”. Também houve alunos que não souberam responder.

Neste contexto, o tema foi aprofundado e, por meio de uma apresentação de *slides,* foram apresentadas as principais ideias da Teoria. Outras teorias também foram abordadas, como a teoria das Fontes hidrotermais, defendida por pesquisadores como Nick Lane (1967); o metabolismo pré-biótico das argilas, formulado por Morowitz (1927); o Mundo do RNA, na qual uma espécie macromolecular originária deriva o DNA e as proteínas, conforme defendido por Leslie Orgel (1927-2007) e Luisi (2013).

A intenção foi introduzir as teorias voltadas para Origem da vida a partir da Química pré-biótica, com enfoque na teoria de Oparin e Haldane, uma vez que os discentes, na sua maioria, não possuem um aprofundamento sobre o assunto e tampouco a Origem da vida foi sistematicamente trabalhada em disciplinas com as quais ela seria compatível, como no caso da disciplina de Bioquímica.

Gasparri, (2015) comenta que apesar de existirem debates sobre a HC no ensino, a maioria dos cursos de licenciatura de áreas específicas, restringem-se a transmitir os conteúdos para que os estudantes aprendam e entendam como devem ser reproduzidos, sem uma abordagem histórica do processo.

A autora também comenta que apesar dos documentos educacionais descreverem a HC como facilitador no ensino de Ciências, eles não apresentam materiais didáticos para o uso do professor e quando existe algum material os assuntos são tratados de forma superficial, reforçando a visão linear de progresso e continuidade da ciência.

Em relação ao terceiro encontro, os acadêmicos foram encaminhados para o laboratório de informática para verem a apresentação de algumas ferramentas educacionais. Os discentes acessaram o computador e fizeram o *login* na plataforma *Canva*. Para alguns, foi necessário criar uma conta. Vale ressaltar que alguns alunos já possuíam *e-mail,* criado pela Secretaria de Estado da Educação. O *login* institucional permite no C*anva* que o usuário tenha acesso há uma ampla diversidade de atividades pedagógicas, para o uso direto ou adaptação.

Alguns acadêmicos tiveram dificuldade para acessar o *site* e receberam auxílio para que conseguissem prosseguir com as atividades. Nesse encontro, foram apresentadas as principais ferramentas disponíveis na plataforma, como criar e

adaptar apresentações mais engajadas e criativas, criar cartões ou cartazes, adicionar e formatar imagens e vídeos, inserir animações, criar *QR codes*, formatar as fontes, realizar pesquisas para modelos educacionais voltados para Ciências, criar relatórios e planos de aula, montar *flashcards* e jogos educativos, criar publicações para o *instagram*. Também foi ensinado as várias formas de salvar as atividades e compartilhá-las.

Figura 11 - Acadêmicos navegando na interface do aplicativo *Canva*

Fonte – acervo da autora (2023).

Salgado e Gautério (2020), ao usarem o *Canva* com fins pedagógicos com alunos do Ensino Superior, encontraram algumas potencialidades da ferramenta, como a exploração e criação de *designer* personalizado e material diversificado. A ferramenta possui mais interatividade e propicia um ambiente criativo para a montagem de atividades autorais, viabilizando a construção da aprendizagem de forma dinâmica e uma maneira eficiente de revisar os conceitos. Os autores reforçam as possibilidades do *Canva* para promover um processo de ensino que pressupõe a autoria como característica de uma aprendizagem autônoma.

Os alunos de atualmente nascem e crescem cercados por TDIC, que muda não apenas a sua interação com o mundo, mas também a sua forma de aprender e obter informações e o uso da ferramenta *Canva* pode ser uma ferramenta de ensino que mobiliza a curiosidade e o interesse dos estudantes. Espera-se que os acadêmicos possam usar o aprendizado para elaborar futuras aulas e trabalhar de forma mais dinâmica e engajada com seus estudantes. Alguns trechos apresentam as percepções dos acadêmicos durante os encontros:

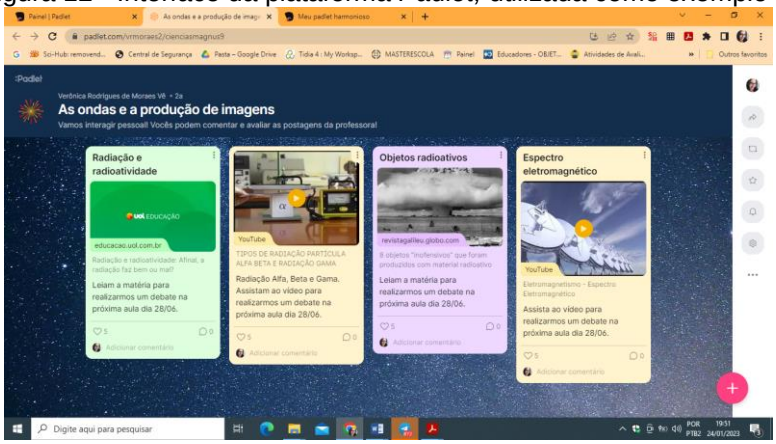
Ac1: Fica mais fácil visualizar o conteúdo, é mais atrativo.

> Ac4: A ferramenta possibilita visualizar o conteúdo de uma forma mais didática e criativa.
> Ac6: O uso do C*anva* permite sair da rotina e gerar apresentações mais dinâmicas.

A possibilidade de visualizar modelos em três dimensões foi apontada em diversas falas como uma potencialidade do *Canva*, demonstrando a importância de ferramentas que levem os estudantes a observarem modelos abstratos. Quando a tecnologia dá ao estudante a possibilidade de explorar a sua criatividade, o interesse aumenta, assim como o seu envolvimento com a atividade proposta. Com maior envolvimento entende-se ser mais produtivo o processo de construção do conhecimento.

Dando continuidade, também foi apresentada a plataforma *Padlet* (Figura 12), para que os acadêmicos pudessem compartilhar sua apresentação final e para que realizassem uma interação, ressaltando a importância de se compartilhar os conhecimentos adquiridos no meio acadêmico. Foi mostrado também as principais possibilidades das ferramentas da plataforma: montagem de murais colaborativos; criação de portfólios e agendas para envio de recados; elaboração de enquetes; debates on-line ou fóruns de discussão.

Figura 12 - Interface da plataforma *Padlet,* utilizada como exemplo



Fonte – acervo da autora (2023).

Ao longo do encontro, os acadêmicos não demonstraram dificuldades para realizar a atividade e usar o *Padlet*. Os discentes, ao realizarem as atividades, demonstraram facilidade de navegação e compreensão da lógica dos *hiperlinks.* Sobre as ferramentas colaborativas, Salgado e Gautério (2020), comentam que espaços de criação e compartilhamento proporcionam o contato de diversos usuários, sendo um local onde ocorre a disponibilização e troca de diversas informações. A

possibilidade de uma pessoa enriquecer o seu conhecimento a partir do contato com outras é muito significante.

Neste contexto, o *Padlet* ganha destaque, uma vez que se mostrou uma ferramenta facilitadora que permite organizar, registrar e trabalhar de forma colaborativa. Pereira (2021), ao realizar um levantamento sobre o uso do *Padlet*, com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, verificou que o uso da plataforma foi significativo no ambiente escolar, como uma ferramenta colaborativa e de fácil comunicação.

Os autores discorrem que o uso do *Padlet* propiciou novas formas de apresentação do conteúdo. Silva e Lima (2018), em um curso de formação continuada de professores, utilizaram o *Padlet,* eles afirmam que o *Padlet* apresenta características colaborativas, permitindo a interação e intercâmbio de ideias e cultura, democratizando as informações em um contexto diferente do ensino tradicional.

Com os avanços das TDIC, os estudantes são inundados de informações de diversos meios, sendo a mediação pedagógica fundamental para trabalhar as aprendizagens e apontar caminhos para que os estudantes, enquanto cidadãos, possam refletir e pensar criticamente a partir das diversas informações recebidas. A utilização das TDIC pode auxiliar o processo de ensino, desde que seja utilizada com um objetivo e de forma estruturada, onde todos possam usufruir e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto, há a necessidade de formar também “tecnologicamente” os professores, para que possam utilizar os recursos tecnológicos, dentro do campo educacional. Por meio da qualificação profissional, pode-se aprimorar os processos de ensino e de aprendizagem, tornando-os significativos, numa construção colaborativa e coletiva do conhecimento.

No quarto encontro foram realizadas duas atividades, em um primeiro momento, os acadêmicos foram encaminhados para o laboratório de informática para verem a apresentação do *software ArgusLab* como uma ferramenta didática para o ensino de Biologia e Química. O intuito foi apresentar a estrutura das moléculas presentes na atmosfera primitiva, de acordo com os modelos de Oparin e Haldane (hidrogênio, metano, amônia e vapor d’água) e orientar a utilização do *software* pelos acadêmicos, para que pudessem navegar pela sua interface e reproduzir seus próprios modelos tridimensionais.

O *software* apresenta sua interface na língua inglesa e seus menus são disponibilizados na parte superior e possui a opção de disponibilizar os comandos na

forma de pictogramas. Seu uso permite desenhar e modificar estruturas em *3D*, visualizar ligações covalentes, geometria molecular, polaridade, etc. Todos os modelos virtuais obtidos podem ser manipulados pelos alunos, sendo rotacionados e observados de diferentes ângulos, ou seja, este tipo de *software* permite um elevado grau de interatividade entre o aluno e a ferramenta tecnológica utilizada.

Os acadêmicos foram orientados a criarem as moléculas mencionadas anteriormente, conforme os recursos apresentados e foram orientados quanto ao salvamento dos arquivos e posterior envio. Vale ressaltar que o *software* foi instalado e testado anteriormente.

Figura 13 - Acadêmicos utilizando o aplicativo *ArgusLab*.

Fonte – acervo da autora (2023).

No decorrer da atividade, alguns estudantes apresentaram maior dificuldade para utilizar a interface do *software*. Esse é um desafio constante visto à rápida evolução das tecnologias, frente à adoção destas pelos professores em sala de aula. A formação contínua dos professores é fundamental para o entendimento da importância do conhecimento aplicado às TDIC e sua inserção de forma efetiva nas suas práticas educacionais em sala de aula. Os acadêmicos ficaram satisfeitos em utilizar o *software* e ressaltaram a importância de poder visualizar os modelos em três dimensões e relacioná-los com os conteúdos estudados. Conforme os seguintes trechos:

> Ac6: Eu gostei porque, tipo, quando a gente *tá* fazendo orgânica, nós vimos a Leucina, né? E a gente só falou que tem um monte de carbono e hidrogênio. E aqui você vê certinho a estrutura.
> Ac1: Apesar de ser mais difícil o uso do aplicativo eu gostei porque *dá pra* ver as moléculas.
> Ac5: Esses modelos ajudam a gente a estudar e entender melhor os conteúdos da química, como a orgânica que estamos estudando.[8]

Os discentes enfatizaram a importância da visualização das moléculas *3D*, relacionando-os principalmente com o estudo da Química Orgânica. Ficou evidenciado que as funções do *software* colaboraram para o entendimento e compreensão dos conteúdos por parte dos alunos, pois é uma alternativa que permite ao professor fazer a interação demonstrando os tipos de ligação e a geometria das moléculas, o que não se consegue representar quando se usa o livro didático e/ou figuras em duas dimensões apenas.

Raupp *et al*. (2008) comentam que melhorar a compreensão dos alunos sobre conceitos de Química tem sido um dos principais objetivos dos pesquisadores nesta área. Com o desenvolvimento de *softwares*, *hardwares* e equipamentos de informática acessíveis, a Química Computacional é uma área de pesquisa promissora. Essas ferramentas podem facilitar a compreensão dos estudantes, por meio do uso de representações computacionais tridimensionais.

De acordo com os autores, o desenvolvimento e uso de *softwares* em sala de aula auxilia na resolução de problemas químicos, sendo que a versatilidade da Química Computacional permite não só sua aplicação no Ensino de Química, como também nas áreas de pesquisa e desenvolvimento de laboratórios e indústrias. A modelagem molecular, por exemplo, é uma ferramenta de grande importância para a fabricação de fármacos e pode ser utilizada no planejamento racional de novos medicamentos. A utilização de representações computacionais tridimensionais, para a demonstração quanto a simulação de vários conceitos, pode facilitar o aprendizado.

O *ArgusLab é* uma ferramenta em *3D* especializada em estruturas moleculares voltada inicialmente para medicina, indústria e farmácia, que pode ser utilizada de forma planejada na Educação. Dentre as funções que o programa permite, destacamos desenhar moléculas complexas, realizar configurações de proteínas, obter cadeias helicoidais de aminoácidos, de hélice alfa (Raupp *et al*. 2008).

[8] Manteve-se a fala na transcrição.

Diante deste cenário, as tecnologias podem ser utilizadas como uma estratégia de ensino, pois podem impactar positivamente no aprendizado de conceitos e representações químicas. Cabe ressaltar, conforme comentado por Grando *et al*. (2020), que ao utilizar a visualização de dimensões não possíveis ou abstratas, como o caso específico deste trabalho, é necessária a mediação pedagógica. É de extrema importância que o professor que deseja utilizar recursos do *ArgusLab*, separe um momento anterior à aplicação para aprender a utilizar as funcionalidades de forma efetiva e conforme os objetivos da sua proposta educacional.

Quando o estudante entra em contato com o modelo e não há mediação por parte do professor, não existe um comparativo, ou seja, aquele modelo que antes era apenas uma representação acaba por assumir o papel de realidade para o estudante, sem entender a essência do conceito em questão, gerando assim, um obstáculo epistemológico (Grando *et al.* 2020).

O uso do *ArgusLab,* ao permitir visualizar moléculas tridimensionalmente, diminuiu a abstração do mundo quântico para os alunos. Visando uma formação mais interdisciplinar para os licenciandos. Ressalta-se a importância do uso dessa ferramenta em sala de aula, pois foi possível relacionar a estrutura das moléculas com as suas atividades biológicas, fomentando assim, a formação mais ampla e abrangendo não somente aspectos químicos, mas biológicos também. Quanto às limitações de uso do *software*, nota-se apenas a sua indisponibilidade para dispositivos móveis e a interface mais elaborada, o que demanda um certo tempo para aprender a utilizar.

Batista *et al*. (2017), ao analisarem o uso do *ArgusLab* no ambiente educacional e realizarem uma entrevista com professores de Química do Ensino Superior, notaram que as funções do *ArgusLab* colaboram muito para a mediação do conteúdo, para a compreensão por parte do aluno em termos de visualização e concluíram que o uso do *software* no ensino de Química pode servir como ferramenta de apoio e recurso didático auxiliar à assimilação do conteúdo, facilitando o entendimento dos alunos em conteúdo de difícil visualização.

Machado (2016), reafirma o papel incentivador e mediador da ferramenta computacional na aprendizagem e na possibilidade de representação dos conceitos e dos modelos na Química. Um outro fator de grande importância é a adequação dos conteúdos ao uso do software específico de forma planejada, o que é imprescindível na ação docente com uso das TDIC, para que possam favorecer de forma significativa,

tanto o interesse pela Química Computacional, quanto a compreensão mais apurada dos fenômenos químicos, como a formação de elementos e moléculas químicas (Machado, 2016).

Ferreira *et al*. (2011) comentam que a visualização de modelos tridimensionais de átomos e moléculas, dentre outras estruturas, permite que os alunos construam seus próprios modelos mentais.

As relações espaciais em visualizações moleculares podem ser muito difíceis de entender, mas com a ajuda de múltiplas representações, a compreensão de uma estrutura molecular pode se tornar mais fácil, pela comparação das diferenças entre elas. As atividades que se utilizam de *softwares* surgem como uma alternativa educacional que tem como objetivo atender às necessidades individuais dos estudantes, uma vez que a aprendizagem é, fundamentalmente, ativa, integrativa e reflexiva.

Professores e alunos podem utilizar o *software ArgusLab* de muitas maneiras, sendo de suma importância o conhecimento e domínio sobre suas ferramentas para que possa ser utilizado da melhor forma possível. Assim, os professores precisam estar atualizados digitalmente, para que possam utilizar os recursos tecnológicos como estratégias educacionais eficientes. Nesse contexto, os cursos e programas preparatórios de professores precisam considerar as demandas das escolas de hoje em dia, em consonância com o desenvolvimento das tecnologias.

Após a interação e utilização das TDIC, os acadêmicos foram encaminhados ao laboratório de Química, para realizarem uma atividade prática. No contexto da experimentação, Giordan (1999), comenta que essa estratégia de ensino pode despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos.

A experimentação pode também auxiliar o aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta. Neste contexto, a aula prática denominada “formação do coacervado*”* (Figura 14), foi utilizada para fomentar o aprendizado sobre o compartimentalismo, conforme a proposta da teoria de Oparin e Haldane.

Observou-se, que a experimentação durante as aulas permitiu aos acadêmicos relacionar os conhecimentos científicos oriundos da teoria com a prática, de forma a enriquecer o aprendizado.

Figura 14 - Acadêmicos realizando experimento formação do coacervado no laboratório

Fonte – acervo da autora (2023).

Os materiais e reagentes necessários para o experimento foram previamente preparados e organizados em três bancadas do laboratório de Química da instituição. No laboratório, os acadêmicos receberam o roteiro do experimento com as devidas instruções e foram orientados a vestir o jaleco, bem como os demais equipamentos de proteção.

Ao realizarem o experimento, os acadêmicos misturaram sob determinadas condições de pH e temperatura, soluções de carboidratos, proteínas e outros materiais, visando formar agregados irregulares, delimitados semelhantes à membrana das células. Posteriormente, esses agregados foram coloridos com corante de azul metileno, para serem melhor visualizados no microscópio. Essas estruturas possuem algumas das características das células vivas, como a compartimentalização, podendo ser associadas aos primeiros coacervados.

Foi demonstrada a formação de elementos estruturais comportamentais de uma célula, usando materiais simples e sob condições controladas, que se assemelham aos coacervados descritos na teoria de Oparin e Haldane. O experimento visou auxiliar na compreensão e interpretação do tema. De acordo com Giordan (1999), sendo a ciência uma construção humana, é de suma importância abordar a experimentação como um processo de representação da realidade em que predominam acordos simbólicos e linguísticos. Dessa maneira, os modelos servem

de sistemas intermediários entre o mundo e sua representação, que expressam o estado de coisas e dialoga com a representação que o sujeito confere à realidade.

Desta forma, foi evidenciado que a produção e representação da estrutura compartimentalizada não representava verdadeiramente os primeiros coacervados e que o experimento visava demonstrar um fenômeno e correlacionar a teoria com a prática. A atividade experimental ofereceu aos futuros professores subsídios teóricos e práticos para a inserção de atividades experimentais nas aulas de Química e Biologia da Educação Básica.

No quinto e último encontro, os acadêmicos realizaram a apresentação final sobre as teorias da Origem da vida, utilizando os recursos de apresentação *Canva,* que foram apresentados no terceiro encontro. A intenção foi que os estudantes colocassem em prática seus conhecimentos adquiridos ao longo dos encontros, das leituras dos artigos científicos e demais fontes de pesquisa, realizando uma apresentação mais atrativa com os recursos do *Canva*.

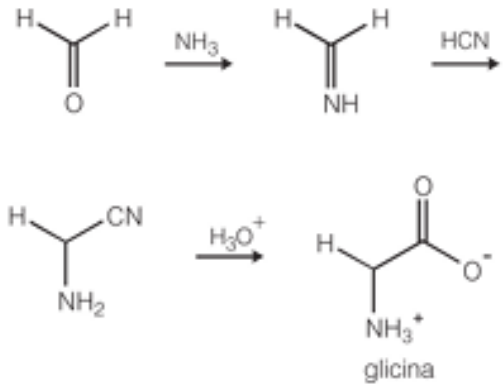
Figura 15 - Apresentação final dos acadêmicos sobre as teorias da Origem da vida

Fonte – acervo da autora (2023).

As apresentações foram realizadas em duplas. Ao apresentar seu trabalho, o Ac4 falou das teorias da Química pré-biótica, discutidas nos encontros, com foco no Metabolismo pré-biótico com a adsorção em minerais. Nesta teoria, a concentração de componentes orgânicos seria absorvida por uma superfície mineral.

Ac4 aprofundou o conteúdo ao apresentar e explicar de forma breve a síntese de Strecker (Figura 16), que é a síntese espontânea de aminoácidos a partir do formaldeído e cianeto de hidrogênio, um dos processos bases de experimentos como os de Miller, entre outros pesquisadores que estudaram as condições pré-bióticas alternativas, modificando os reagentes, concentrações e fontes de energia, que resultaram na formação de aminoácidos, pela via de condensação do tipo Strecker. Tal demonstração com determinados reagentes exemplifica um tipo de síntese que pode ter ocorrido para a formação de aminoácidos no ambiente primitivo da Terra (Murta; Lopes, 2005).

Figura 16 - Síntese de Strecke para a formação de aminoácidos



Fonte - Murta e Lopes (2005).

Ac6 e o Ac3 trouxeram em sua apresentação todas as três teorias estudadas, utilizando vários recursos do *Canva*, com animações e uso de imagens e vídeos de forma atrativa. O foco da apresentação foi a hipótese autotrófica, exemplificando a reação de síntese da pirita. A linha seguida pelo químico alemão Günter Wächtershäuser, em seus trabalhos, apresenta uma nova forma de vida autotrófica, baseada em um ciclo de síntese e polimerização de componentes orgânicos em superfícies de pirita em um ambiente vulcânico, em condições semelhantes às fontes hidrotermais do mar profundo.

Os defensores do modelo proposto por Wächtershäuser, acreditam que o metabolismo é uma invenção mais antiga que o código genético e o modelo não exige um ambiente complexo em termos de moléculas, ou seja, este modelo supõe uma origem autotrófica do primeiro ser vivo do nosso planeta (Zaia; Zaia, 2008).

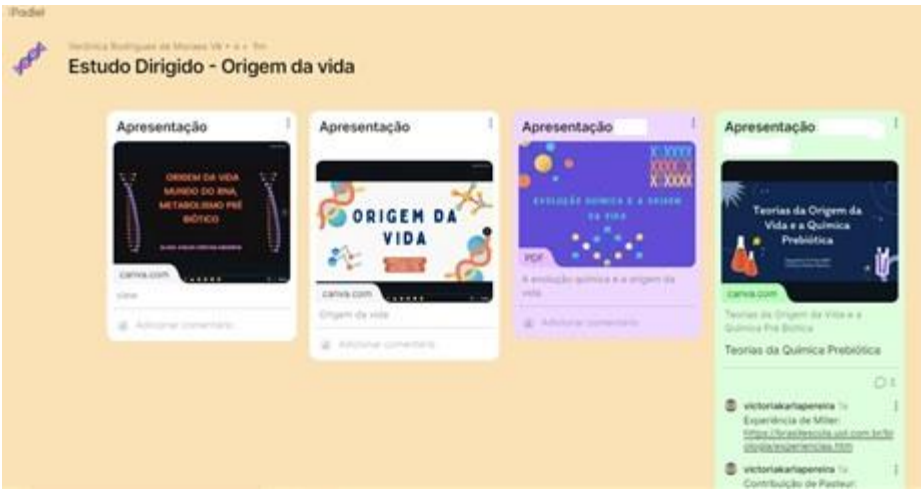
As apresentações de Ac1, Ac2 e Ac5 foram mais superficiais, souberam

descrever resumidamente a perspectiva de cada hipótese estudada sobre a Origem da vida. Ao final, os acadêmicos receberam um *link* para compartilhar as apresentações na plataforma *Padlet (*Figura 17*),* que também havia sido apresentada aos alunos no terceiro encontro.

Segundo Zompero e Laburú (2016), a comunicação dos estudos para os colegas de classe é uma etapa diferenciada do ensino com atividades investigativas. É importante que os alunos vivenciem esse momento, pois, ao passo que defendem e justificam suas ideias, o professor perceberá os pontos de maior ou menor aprendizagem.

Apesar dos desafios relacionados à elaboração e apresentação do trabalho final, os acadêmicos demonstraram a apropriação de conceitos e significados sobre o tema Origem da vida. O processo de ensino se deu de forma colaborativa, os estudantes puderam compartilhar seus conhecimentos adquiridos e contribuir para a construção do conhecimento.

Figura 17 - Interface da plataforma *Padlet*, onde os acadêmicos depositaram suas apresentações



Fonte – acervo da autora (2023).

A associação do Estudo Dirigido com o uso das TDIC, da experimentação e a apresentação das atividades pelos alunos, podem ser uma forma de contribuir com o ensino e a aprendizagem, bem como promover a autonomia e protagonismo dos estudantes. A preparação de uma apresentação sobre um determinado tema, exige dos discentes a tomada de decisões acerca das atividades que precisam realizar, bem como exigem ação ativa para a construção do próprio conhecimento.

Por fim, é preciso destacar a importância de orientar os alunos na busca por informações em fontes de pesquisas confiáveis, como no caso deste trabalho, de artigos científicos, sendo necessário buscar estratégias para alcançar melhores resultados nesse aspecto promotor da Educação Científica.

Ao final dos encontros, os acadêmicos responderam via *Google Forms* um questionário final (Apêndice B), para a verificação de suas concepções após o Estudo Dirigido e a avaliação da eficácia do mesmo quanto aos objetivos do trabalho. A primeira pergunta questiona se o Estudo Dirigido contribuiu de alguma forma para expandir a visão dos acadêmicos quanto aos conteúdos sobre o tema Origem da vida. Todos os acadêmicos responderam que sim, conforme as descrições abaixo:

> Ac1: Com toda certeza. Não imaginava essa versão química sobre a criação das células, que por sinal é muito interessante.
> Ac2: Sim. Foi possível entender sobre os vários conceitos.
> Ac4: Sim. Apesar de não crer no criacionismo, não conhecia outras teorias que pudessem esclarecer, mesmo que parcialmente, a possível Origem da vida. No curso, exploramos diversas teorias que me permitiram formar um pensamento linear dos acontecimentos que possivelmente precederam a Origem da vida.
> Ac2: Sim, me deu outra visão de conhecimento sobre a Origem da vida.
> Ac3: Sim! Me fez conhecer teorias que não tinha ouvido falar antes. Foi muito proveitoso e consegui um bom entendimento do conteúdo trabalhado.
> Ac6: Sim. Agora tenho uma visão mais ampla e novos conhecimentos sobre a Origem da vida que antes eu desconhecia. E ao participar deste curso podemos estudar e aprender um pouquinho mais sobre teorias mais recentes a partir da evolução química.

Notou-se que o Estudo Dirigido permitiu ampliar a visão dos estudantes quanto ao tema Origem da vida, principalmente em relação aos conceitos da Química pré-biótica. O Estudo Dirigido, voltado para a produção do conhecimento científico, permitiu discutir a Origem da vida apoiada na evolução do pensamento científico, dando destaque em como se dá a construção do conhecimento, através de um processo de investigação que é característico da produção científica.

A segunda pergunta, referiu-se à teoria da Origem da vida que os acadêmicos mais acreditam e o porquê, o intuito foi verificar se houve uma mudança na percepção dos estudantes quanto a Origem da vida. Ao analisar as respostas, emergiram duas categorias, uma relacionada aos acadêmicos que reforçaram suas crenças no criacionismo, entretanto, reconhecia a importância de conhecer outras teorias, principalmente relacionada a Ciência, e a segunda categoria, de acadêmicos que reafirmaram suas crenças com base científica (Quadro 1).

A crença religiosa é o centro da visão de mundo desses estudantes para este assunto, apesar de reconhecerem a existência de outras teorias baseadas na ciência. A Origem da vida atravessa diferentes explicações, como a religiosa, e dessa forma há um choque entre os dogmas religiosos e o conhecimento científico, que pode refletir na aceitação das explicações científicas.

> Ac1: Ainda assim acredito no criacionismo. Continuo acreditando mais na Teoria do Criacionismo, pois sempre tive essa visão, mas a Teoria da Evolução Química também faz sentido;
> Ac4: A teoria do papel do cianeto de hidrogênio na síntese pré-biótica, pelas diversas observações de formação de biomoléculas em experimentos de laboratório;
> Ac5: Teorias científicas e outras crenças religiosas;
> Ac3: Científica, porque nós dá uma resposta baseada em pesquisa e religiosa porque acredita-se em milagres;
> Ac6: Acredito que as teorias de certa forma se complementam na tentativa de uma resposta, desde Oparin e Haldane até chegar no RNA;
> Ac2: Essa ainda é uma questão difícil de ser respondida, porque mesmo estudando em uma área da ciência e acreditando nela, consigo enxergar uma verdade no estudo científico, mas, mesmo assim, a crença religiosa ainda prevalece, porque mesmo que o início da vida se deu a partir de um RNA, acredito que esse RNA foi Deus quem criou, então eis a questão.

Mesmo após processo de ensino, metade dos acadêmicos permaneceram com conceitos relacionados à religião, defendendo a ideia criacionista como possibilidade explicativa para a formação da vida. De acordo com Grando *et al*. (2020), diferentes fontes de informação sobre um determinado tema podem gerar concepções equivocadas, tornando-se um obstáculo para o processo de aprendizagem.

Cerqueira (2009), ao analisar o discurso de professores para o tema Origem da vida, percebeu que os próprios docentes declararam suas crenças religiosas e, portanto, além da falta de conhecimento sobre os conteúdos ensinados, percebeu também uma carência de reflexões dos professores sobre suas próprias crenças e a relação entre estas e sua prática pedagógica.

A outra metade dos estudantes conceberam a ideia da evolução química para Origem da vida, alguns destacaram a importância dos experimentos para a construção do conhecimento científico. Isso revela que a busca pelo conhecimento, tanto no ambiente escolar, quanto em outras fontes, pode auxiliar a mudança de pensamento de acordo com a Ciência.

A terceira pergunta objetivou identificar se o uso das TDIC ajudou de alguma forma na aprendizagem do tema Origem da vida. Todos os acadêmicos afirmaram que sim, conforme algumas respostas abaixo:

> Ac.1: Sim, uma vez que é uma ferramenta de pesquisa;
> Ac4: Sim. As TDIC utilizadas facilitaram a visualização de estruturas, o compartilhamento e a criação de conteúdo;
> Ac3: Muito! As ferramentas apresentadas foram muito interessantes e de fácil uso e acesso a uma aprendizagem eficaz;
> Ac6: Hoje em dia é difícil não conciliar um estudo, uma pesquisa, qualquer coisa nesse tipo, sem fazer uso de algum tipo de tecnologia digital. Então sim, ajudou bastante nas pesquisas por novos conhecimentos sobre a Origem da vida.

As TDIC neste Estudo Dirigido, facilitaram a compreensão sobre as condições da Terra primitiva, que permitiram dar origem aos primeiros seres vivos. Os acadêmicos puderam visualizar a estrutura em três dimensões das moléculas presentes no ambiente primitivo, de acordo com as diferentes teorias sobre a Origem da vida.

Esse tipo de abordagem, pode mudar a percepção dos acadêmicos, uma vez que tais estruturas não podem ser vistas na realidade cotidiana. A estratégia utilizada considerou o nível representacional simbólico para representar as estruturas moleculares, manipuladas por meio do *mouse* de um computador. Tais práticas auxiliam o entendimento e a compreensão das estruturas moleculares em nível subatômico e submicroscópico e também podem atuar como um meio de estimular o aluno, instigando o prazer em aprender Ciências.

As tecnologias estão inseridas em nosso cotidiano e também fazem parte do ambiente educacional. Quando utilizadas de forma planejada, podem atrair a curiosidade e estimular a participação dos estudantes na construção do conhecimento. É necessária uma reflexão do professor sobre suas práticas, para que compreenda seu papel como mediador nos processos de ensino e de aprendizagem.

Os licenciados se mostraram satisfeitos com o uso das TDIC durante o Estudo Dirigido. Ao responderem se utilizariam os recursos apreendidos em suas aulas, os seguintes comentários foram extraídos:

> Ac5: Sim. Na verdade eu já usava o *Canva* para apresentações de trabalho, agora aprendi sobre o que mais me dificultava, que é a forma de salvar já convertido;
> Ac4: Sim, já estou começando a usar para trabalhos de faculdade e assim que começar ministrar aulas também usarei;
> Ac6: Sim. As aulas de Química necessitam de recursos que facilitem a visualização da escala microscópica. Os recursos tecnológicos apresentados são ótimos instrumentos para auxiliar na didática em sala de aula;
> Ac1: Sim, uma forma para melhorar a aprendizagem buscando sempre novos conhecimentos;

> Ac2: Sim! Para produção de trabalhos acadêmicos, aulas, divulgações em geral;
> Ac3: Pretendo usar sim, nos meus próprios trabalhos acadêmicos e futuramente quando eu estiver atuando como docente.

Um acadêmico afirmou que já usava o *Canva* no trabalho, bem como os demais estudantes afirmaram que utilizarão nos trabalhos acadêmicos e futuramente como recursos educacionais em sala de aula. Também foi ressaltada a importância de ferramentas que facilitem a visualização da escala microscópica. Tais recursos podem fornecer interface homem-máquina e permitir aos alunos experimentarem situações virtuais de uma forma interativa e autônoma.

O Estudo Dirigido, relacionando as TDIC com o uso de fontes de conhecimento confiáveis, como artigos científicos, estimulou a curiosidade e atraiu o interesse dos acadêmicos, contribuindo para a participação ativa da maioria deles durante as diferentes etapas desse trabalho. As atividades de aprendizagem que utilizam as tecnologias podem facilitar a compreensão de conceitos pelos alunos e auxiliam os professores a apresentarem o material de uma maneira direcionada, sistemática e interessante, para que os objetivos de aprendizagem possam ser alcançados.

Também foi questionado se a atividade experimental contribuiu de alguma forma para a elucidação da teoria de Oparin e Haldane. Algumas respostas são apresentadas a seguir:

> Ac3: Sim. Com reagentes simples, foi possível visualizar a formação de coacervados, facilitando a assimilação da teoria de Oparin;
> Ac4 Sim, aprendi que coacervados é um aglomerado da molécula proteicas envolvidas por água em sua forma mais simples;
> Ac5: O experimento foi fundamental para compreender melhor o que a Teoria de formação dos coacervados propõe e a experiência da interação no laboratório foi de grande aprendizado.

O intuito do experimento de formação de coacervados foi contribuir para que os estudantes pudessem ampliar seus conhecimentos sobre o tema de forma diversificada, relacionando a teoria com a prática. As atividades experimentais no ensino de Ciências, podem ser um método eficaz, já que é possível com experimentos simples relacionar o conhecimento científico com os fenômenos do dia a dia.

Em suma, a realização de experimentos no ensino de Ciências é uma excelente ferramenta para que os estudantes relacionem a teoria com a prática. Mas, para que o aprendizado ocorra, o professor deve usar questões investigativas, de modo que

mostre aos estudantes a capacidade de relacionar as práticas científicas realizadas em laboratórios com os seus conhecimentos sobre a formação da vida na Terra.

Os acadêmicos enfatizaram o uso de materiais simples para a realização da prática, de baixo custo, como ágar, gelatina e um ácido. Foi possível demonstrar a passagem do microscópico com a formação das moléculas e aglutinação para o mundo macroscópico, que seria a estrutura compartimentalizada. O experimento "*formação de coacervado",* embora seja bem simples, é muito rico e com amplas possibilidades de discussão dentro do tema Origem da vida.

Vale comentar que a experimentação no âmbito escolar não é feita a partir de um vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. À medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais.

O desenvolvimento dessa estratégia didática permitiu aos estudantes a compreensão de como se produz o conhecimento científico referente à origem da vida, por meio do estímulo à capacidade de reflexão diante dos problemas expostos e o incentivo ao trabalho em equipe. O Estudo Dirigido, revelou-se uma estratégia pedagógica que pode nortear a abordagem do tema frente a dificuldade em sala de aula, bem como pode adequar as abordagens específicas para diferentes conteúdos, favorecendo os processos de ensino e de aprendizagem e aproximando o saber científico do saber escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Debates acerca da Origem da vida proporcionam uma grande curiosidade e interesse dos estudantes quando inseridos em sala de aula. Todavia, é um tema complexo de se trabalhar nos processos de ensino e de aprendizagem.

Nos documentos curriculares é ressaltada a importância do ensino sob o viés da História da Ciência para uma aprendizagem crítica e contextualizada. Neste horizonte, o Estudo Dirigido desenvolvido se apresenta como uma possibilidade para o trabalho do professor em sala de aula.

Abordar o tema com os licenciandos do curso de Química permitiu expandir o aprendizado dos acadêmicos, que incorporaram os conceitos de forma reflexiva e crítica, além de adquirirem conhecimentos que os auxiliarão nas suas futuras práticas em sala de aula.

A PTE trabalhou teorias sobre a Origem da vida, que se baseiam num postulado comum, de que a vida surgiu da matéria inanimada, por meio de um processo lento e gradual de complexidade biológica, sujeitas às condições pré-bióticas. A teoria de Oparin e Haldane deu início ao que hoje habituou-se chamar de Química pré-biótica, que estuda as reações químicas que teriam contribuído para a origem da formação das primeiras moléculas orgânicas necessárias para o surgimento da vida na Terra.

A teoria de Oparin e Hadane aponta que moléculas primordiais sob determinadas condições ambientais se agruparam espontaneamente em estruturas mais complexas, formando compartimentos chamados de coacervados, precursores dos seres vivos. A teoria sustenta-se em um aumento da complexidade com base no desenvolvimento progressivo, seguindo os pressupostos da evolução darwiniana para um ambiente químico pré-biotico.

O químico Stanley Miller foi protagonista para a confirmação da teoria de Oparin e Haldane, ao obter experimentalmente uma pequena porção de proteínas, por meio da simulação de um ambiente primitivo. Os trabalhos desses cientistas serviram de base para os estudos posteriores sobre a Origem da vida.

Neste contexto, para auxiliar as discussões sobre o tema em sala de aula, este trabalho apresentou um Estudo Dirigido destinado a licenciandos e licenciandas do curso de Química, a fim de expandir a compreensão dos acadêmicos quanto ao tema Origem da vida, com ênfase na Química pré-biótica e sob a perspectiva da História da

Ciência. O Estudo Dirigido contou com cinco encontros presenciais, envolvendo rodas de conversa, uso de tecnologias digitais e atividade experimental.

A História da Ciência sobre o tema permitiu aos estudantes expandirem seus conhecimentos e relacionarem suas concepções com o ponto de vista científico. Foi possível aprofundar o tema de forma contextualizada, foram mencionados os aspectos mais importantes que influenciaram as teorias da Origem da vida e o papel dos cientistas para o seu desenvolvimento.

É importante, como futuros professores, que os discentes possam ter acesso, de forma mais completa e interdisciplinar, aos aspectos teóricos sobre a Origem da vida, para que possam utilizar esses conhecimentos durante suas atuações profissionais em sala de aula.

Foram trabalhadas três TDIC: Uma delas, a plataforma de criação *Canva,* apresentou pontos positivos, oportunizando ao*s* discentes atuarem como protagonistas e vivenciarem momentos de estudos, como sujeitos ativos no processo de aprendizagem. A ferramenta *Padlet* permitiu o compartilhamento das atividades finais produzidas pelos estudantes, bem como a interação dos mesmos. O uso do software *Arguslab* possibilitou a visualização tridimensional das estruturas moleculares de nível microscópico.

A utilização pedagógica do *software* contribuiu para a visualização dos modelos moleculares, mencionados nas teorias abordadas. As atividades realizadas utilizando as tecnologias digitais surgem como um recurso educacional, que de forma planejada, pode tornar a aprendizagem ativa, integrativa e reflexiva.

Durante a aplicação da PTE, foi realizado um questionário inicial com o intuito de verificar as concepções prévias dos acadêmicos. Ao término dos encontros, os estudantes responderam outro questionário para que pudesse verificar as suas percepções sobre a Origem da vida após o Estudo Dirigido, bem como avaliar a metodologia da pesquisa empregada.

Os resultados mostraram que metade dos estudantes conceberam a Origem da vida pelo criacionismo divino. Mesmo após o Estudo Dirigido, quando questionados novamente se houve alguma mudança em sua percepção, esses mesmos estudantes discorreram que consideram os conceitos científicos importantes, mas que continuam com suas concepções religiosas como principais.

Foi observada uma forte influência do contexto familiar e religioso dos acadêmicos sobre sua visão para a Origem da vida. Diante do exposto, ressalta-se a

necessidade de uma formação integral, voltada para um processo de ensino crítico e reflexivo.

A segunda visão, da outra metade do grupo, relacionada à concepção científica, apresentou-se de forma mais coerente com o ponto de vista científico. Os estudantes citaram conceitos relacionados à Biologia como célula e evolução, também mencionaram os conceitos químicos ao discorrerem que por meio de reações químicas as células foram formadas, trazendo uma visão interdisciplinar.

Quando questionados sobre a relação da Química com a Origem da vida, os acadêmicos responderam de forma satisfatória com base em conceitos científicos. Notou-se, no entanto, que os estudantes que possuíam uma visão mais relacionada à concepção criacionista, não souberam descrever a relação da Química com a Origem da vida, e quando o fizeram foi de forma superficial.

Enquanto os contextos familiares e religiosos se destacaram, o contexto escolar foi pouco mencionado como fonte de referência. Essas diferentes fontes de informação podem gerar concepções equivocadas, tornando-se um obstáculo para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, surge a necessidade de abordar o tema Origem da vida com base na interdisciplinaridade e na perspectiva da História da Ciência, de forma que os estudantes não aprimorem somente os conceitos científicos, mas também compreendam os diferentes contextos pelos quais a Ciência se desenvolveu.

Quanto ao uso das TDIC durante o Estudo Dirigido, percebeu-se que as ferramentas facilitaram a visualização dos conceitos químicos apresentados. O Estudo Dirigido, relacionando as TDIC com o uso de fontes de conhecimento confiáveis, como artigos científicos, estimulou a curiosidade e atraiu o interesse dos acadêmicos.

É necessário aprimorar a conectividade no ambiente escolar e ampliar as estratégias de formação, para que as ferramentas tecnologias possam efetivamente auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem. Como ponto negativo, destaca-se uma certa dificuldade no uso das tecnologias por parte de alguns estudantes, no entanto, os acadêmicos auxiliaram uns aos outros, tornando a aprendizagem colaborativa.

Sobre a atividade experimental, os estudantes mencionaram que foi interessante e válida, pois os experimentos realizados contribuíram para a confirmação e compreensão de informações adquiridas nas aulas teóricas e foram

importantes na formação de elos entre as concepções provenientes do dia a dia e os conceitos científicos, propiciando aos estudantes a oportunidade de ampliar suas ideias ou então reestruturá-las. A experimentação se mostrou como uma forma de melhorar a compreensão dos alunos sobre os fenômenos, que muitas vezes quando apresentados em uma aula convencional, não surtiriam o mesmo efeito.

De forma geral, os acadêmicos responderam positivamente quanto às atividades do Estudo Dirigido, citaram que não conheciam as teorias apresentadas e que as atividades permitiram desenvolver uma visão mais ampla sobre o tema e aprofundar os conhecimentos sobre Química pré-biótica.

O desenvolvimento do Estudo Dirigido permitiu uma melhor compreensão de como ocorreu o processo de construção do conhecimento científico referente ao tema Origem da vida, com base na interdisciplinaridade, uma vez que reuniu aspectos da Biologia e da Química. O Estudo Dirigido, revelou-se uma estratégia pedagógica que pode nortear a abordagem do tema Origem da vida, frente às dificuldades encontradas em sala de aula e contribuir para formação científica dos futuros professores.

Deve-se ressaltar que, embora tenha sido desenvolvido para área da Ciências da Natureza, a PTE não é exclusiva para os graduandos e/ou docentes deste campo de conhecimento, podendo ser adaptada e utilizada conforme as necessidades de cada professor. A utilização da História da Ciência como estratégia de ensino, com o uso das TDIC e da experimentação, mostrou-se útil para o processo de ensino e aprendizagem.

Diversificar as estratégias de ensino na relação pedagógica requer considerar o papel imprescindível da escola e dos professores na formação dos estudantes, sendo necessária discussões mais aprofundadas sobre o tema nos cursos de licenciatura, principalmente na perspectiva da História da Ciência, uma vez que a Origem da vida faz parte dos conteúdos da Educação Básica. O ensino de Química e Biologia deve ser um facilitador da leitura do mundo, para permitir que os estudantes possam interagir e compreender melhor o ambiente em que estão inseridos.

REFERÊNCIAS

BATISTA, G. C; MARINHO, M. M; MARINHO, E. S. Software Arguslab®: um recurso didático para o ensino de química. **Revista Redin,** v. 6, n. 1, p. 1-11, 2017.

BIZZO, N; CHASSOT, A. **Ensino de Ciências**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus Editorial, 2013, p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília. MEC. 2018.

CHASSOT, A. **Educação consciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

COSTA, R. P. Interdisciplinaridade e equipes de saúde: concepções. **Mental, Barbacena**, v. 5, n. 8, 2007.

CERQUEIRA, A. V. **Representações sociais de dois grupos de professores de Biologia sobre o ensino de Origem da vida e evolução biológica**: Aspirações, ambiguidades e demandas profissionais. 2009. 90p. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Saúde) - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DALFOVO, M. S; LANA, R. A; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, 2008.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, C; ARROIO, A; REZENDE, D. B. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. **Quím nova**, v. 34, n. 9, p. 1661-1665, 2011.

GASPARRI, G.D. **Origem da vida: a teoria de A. I. Oparin no Ensino de Biologia**. 2015. 111f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 2015.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Quím. nova esc.** n. 10, p. 43-49**,** 1999.

GIORDAN, M. A sequência didática e o planejamento de ensino. *In*: CASTELAR, S. M. (org.). **Metodologias ativas: sequências didáticas**. São Paulo: FTD, 2016, p.22-41.

GURGEL, I. Reflexões Político-Curriculares sobre a Importância da História das Ciências no Contexto da Crise da Modernidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.37.n.2, p.333–350, 2020.

GRANDO, J. W; AIRES, J. A; CLEOPHAS, M. G. O uso da realidade aumentada no

ensino de Química sob a ótica de Bachelard: Um obstáculo ou uma possibilidade? **Artefactum – Revista de estudos em Linguagem e Tecnologia**, v. 19, n. 1, p. 1-13, 2020.

GRIMES, C. A Origem da vida, sob a ótica de licenciandos de um curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 12, nº. 1, p. 126-143, 2013.

GRIMES, C; SCHROEDER, E. Os conceitos científicos dos estudantes do Ensino Médio no estudo do tema "Origem da vida". **Ciênc. Educ**., v. 21, n. 4, p. 959-976, 2019.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de Sequências Didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Anais**. Campinas, 2011.

LEITE, L. História da Ciência no ensino de Ciências: Desenvolvimento e validação de um checklist para análise do conteúdo histórico de livros didáticos de ciências. **Ciência e Educação**, v.11, n.4, p. 333-359, 2002.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

LUISI, P. L. **A Emergência da Vida**: Das origens químicas à biologia sintética. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013. 424p.

MACHADO, A. H; MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. *In*: ZANON, L. B., MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica do Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p. 21-42.

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no Ensino de Química. **Quím. nova esc**., v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MORENO, E. L; HEIDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Quím. nova esc.**, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017.

MORTIMER. E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. p. 373.

MURTA, M. M; LOPES, F. A. Química pré-biótica: sobre a Origem das Moléculas Orgânicas na Terra. **Quím. nova esc**, n. 22, 2005.

NOVAIS, R. M. Experimentação no ensino de Química: analisando reflexões de licenciandos durante uma disciplina de prática de ensino. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química**, v.2, n.2, p. 24-49, 2018.

OPARIN, A. **A Origem da Vida.** Rio de Janeiro: Editora Vitória, 1956.

PARANÁ. Secretaria da Educação e do Esporte do Estado do Paraná. **Referencial Curricular para o Ensino Médio no Paraná**. Curitiba, 2021.

PEREIRA, J. A. Padlet como recurso didático no ensino de genética em meio a pandemia: um relato de experiência. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 3, p. 543-556, 2021.

PORTO, C. M; PORTO, M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 1-9, 2009.

PORTO, P. R. A; FALCÃO, E. B. M. Teorias da origem e evolução da vida: Dilemas e desafios no ensino médio. **Rev. Ensaio**, v. 12, n. 03, p. 13-30, 2010.

RASCO, J. F; RECIO, R. M. V. O Currículo e os novos espaços de aprendizagem. *In*: SACRISTÁN, J. G. (org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 420-442.

RAUPP, D; SERRANO, A; MARTINS T. L. C. A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em Química. **Revista Liberato**, v. 9, n. 12, p. 13-22, 2008.

SALGADO, M. T. S. F; GAUTÉRIO, V. L. B. A tecnologia digital potencializando o ensino de biologia celular: a utilização do blog aliado ao Canva. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 42, p. 156-170, 2020.

SILVA, E. M. F. **Práticas Educativas:** O uso do Estudo Dirigido e do Seminário e suas contribuições para a Aprendizagem Significativa em Química no 3º ano do Ensino Médio. 2014. 184p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, P. G; LIMA, D. S. Padlet como ambiente virtual de aprendizagem na formação de profissionais da educação. **Revista Renote**, v. 16, n. 1, p. 83-92, 2018.

SOUSA, F. A. COELHO, M. N. As metodologias ativas como estratégias para desenvolver a interdisciplinaridade no ensino Médio. **Revista Desafios**. v. 7, n. 3, 2020.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e História da Ciência. **Revista escritos**, p. 111-158, 2007.

ZAIA, D. A. M. A Origem da Vida e a Química Prebiótica. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 25, n. 1, p. 3-8, 2004.

ZAIA, D. A. M. Da geração espontânea à Química pré-biótica. **Quím. nova esc**, v. 26, n. 2, p. 260-264, 2003.

ZAIA, D. A. M; ZAIA, C. T. B. V. Algumas controvérsias sobre a Origem da vida. **Quím. nova esc**, v. 31, n. 6, p. 1599-1602, 2008.

ZOMPERO, A. F, LABURÚ, C. L., **Atividades investigativas para as aulas de ciências**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Questionário Inicial

PERFIL DO ALUNO
APLICADO AOS ALUNOS PARTICIPANTES

Você está participando de uma pesquisa sobre as Teorias da Origem da Vida e sua contribuição é muito importante para o sucesso desse trabalho.
OBS: O seu nome não será divulgado e nem repassado pra ninguém, o sigilo é totalmente garantido.

QUESTIONÁRIO
INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

Nome:_____

1.Curso:_____Período:_____

2. Idade: _____ anos

3. Sexo: ( ) masculino ( ) feminino

4. Qual a sua definição para a palavra vida?
_____
_____
_____

5) Qual a sua explicação para o surgimento da vida na terra?
_____
_____
_____

6) Quantas teorias sobre origem da vida você conhece?
_____
_____
_____

7) Explique sobre a teoria que você mais acredita.
_____
_____
_____-
-_
8) Onde você aprendeu sobre a teoria que mais acredita?
_____
_____
_____

9) Para você qual a relação da química com a origem da vida?
_____
_____
_____

10) Você acha importante conhecer outras teorias de origem da vida? Explique.
_____
_____
_____
_____

Apêndice B

Questionário final

QUESTIONÁRIO FINAL

1. O curso de extensão modificou de alguma forma a sua visão sobre a Origem a vida? Argumente.

---

2) Qual teoria sobre a Origem da vida você mais acredita? Por quê? *

---

3)O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC) ajudou na aprendizagem do tema Origem da Vida?

---

4) Você pretende usar os recursos tecnológicos apresentados durante o curso? De que forma? Comente.

---

5) O experimento realizado no laboratório (Formação de coacervados) auxiliou de alguma forma na sua aprendizagem?