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

VERÔNICA RODRIGUES DE MORAES
RUDOLPH DOS SANTOS GOMES PEREIRA

PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

A ORIGEM DA VIDA NA TERRA E A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA: UMA PROPOSTA DE ESTUDO DIRIGIDO

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2024

VERÔNICA RODRIGUES DE MORAES
RUDOLPH DOS SANTOS GOMES PEREIRA

PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

A ORIGEM DA VIDA NA TERRA E A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA: UMA PROPOSTA DE ESTUDO DIRIGIDO

THE ORIGIN OF LIFE ON EARTH AND PRE-BIOTIC CHEMISTRY: A PROPOSAL FOR DIRECTED STUDY

Produção Técnica Educacional 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.

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

M827or

Moraes., Verônica Rodrigues de
A origem da vida na terra e a química pré-biótica: uma proposta de estudo dirigido / Verônica Rodrigues de Moraes.; orientador Rudolph dos Santos Gomes Pereira. - Cornélio Procópio, 2024.
62 p. :il.

Produção Técnica Educacional (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. Estudo dirigido. I. Pereira., Rudolph dos Santos Gomes , orient. II. Título.

CDD: 541.39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
HC	História da Ciência
RV	Realidade Virtual
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....07

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA 13
1.1 História da Ciência.....13
1.2 Recursos Educacionais no ensino de Ciências.....16
1.3 Estudo Dirigido.....20

2 PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL.....23

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 60

REFERÊNCIAS..... 62

INTRODUÇÃO

Os processos educativos vem passando por grandes transformações culturais e tecnológicas, aos professores cabe a tarefa de planejar atividades que se conectem com essa nova realidade e permitam um ensino e aprendizagem enriquecedor. Uma das competências para o trabalho docente no século XXI, de acordo com os princípios de Philippe Perrenoud, está ligada a importância do professor organizar e dirigir situações de aprendizagem, considerando os conteúdos apresentados e os objetivos a serem alcançados.

Philippe Perrenoud, também aborda a importância do docente, envolver os estudantes em suas aprendizagens, por meio de atividades contextualizadas, que estimulem a curiosidade e interesse. Uma outra competência mencionada, é saber apropriar-se das diferentes tecnologias digitais, em favor da aprendizagem, considerando as diversas formas de aprender dos estudantes. As ferramentas tecnológicas devem ser entendidas como um meio e não como um fim, e necessitam que o professor reflita e avalie a sua utilização. O referido autor, destaca também, a importância da avaliação da prática docente. Para que essa avaliação aconteça é necessário que o professor tenha clareza dos objetivos pedagógicos que pretende alcançar e reflita sobre a sua prática durante o processo de aprendizagem, para reorientar seu trabalho continuamente. O professor precisa refletir sobre seu papel na sociedade, e para tal, é necessário que o docente tenha um entendimento pleno da sua profissão e isso exige uma postura, crítica, reflexiva colaborativa e inovadora, na busca por uma formação integral e transformadora (Sefton; Galini, 2022).

A formação continuada deve estar atrelada com a prática docente, possibilitando uma ressignificação do trabalho do professor. 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 aprendizagem. A qualificação profissional, tanto na formação inicial quanto na continuada, possibilita aos docentes trabalhar em prol da formação de cidadãos críticos e reflexivos e também a formação científica dos estudantes (Brasil, 2018; Paraná, 2021).

De acordo com a Base Curricular Comum – BNCC, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento da capacidade de

compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), e também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das Ciências. A Ciência deve ser compreendida como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico. Nessa perspectiva, o ensino de Ciências deve permitir aos estudantes ter acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da História, bem como a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática (Brasil, 2018, p. 321). A BNCC descreve sobre a contextualização:

> A contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da História da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018, p. 550).

Neste cenário, comparar distintas explicações científicas, propostas em diferentes épocas e culturas, permite aos estudantes compreenderem a dinâmica da construção do conhecimento científico. Torna-se necessário abordar os conteúdos de forma contextualizada, ou seja, ensinar os conceitos das Ciências ligando-os à vivência dos alunos. No ensino de Ciências existem muitas abordagens que podem ser utilizadas para facilitar a aprendizagem, uma delas se dá a partir da História da Ciência – (HC).

Ao utilizar a HC para a explicação de um determinado conceito, o professor permite que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de sua produção. Ainda com relação à contextualização histórica, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das Ciências, oportuniza aos estudantes compreenderem a dinâmica da construção do conhecimento científico (Brasil, 2018). 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. 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).

Outra estratégia é a exploração das potencialidades didáticas das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC. Os estudantes são usuários constantes das tecnologias digitais, essas tecnologias 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 (Rasco; Récio, 2013). Uma das formas de superar esse desafio é investir na formação inicial e/ou continuada, de qualidade, para os professores, para que saibam utilizar as tecnologias para um ensino de qualidade. Corroborando, Chassot (2003) coloca 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 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 dos conceitos estudados. 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-se para o entendimento e desenvolvimento da aprendizagem” (Giordan, 1999, p.44). 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.

Dessa forma, cabe à escola promover um ensino, cuja abordagem interdisciplinar e contextualizada, garanta uma educação que possibilite a apropriação de conhecimentos com base nos quais os estudantes possam tomar decisões para além do espaço escolar. Chassot (2003) afirma que uma das responsabilidades do

ensino de Ciências é garantir que os estudantes se tornem pessoas críticas, para compreenderem o mundo a sua volta.

Tendo em vista as diferentes estratégias de ensino, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um Estudo Dirigido sobre o tema Origem da vida para estudantes do Ensino Superior. O referido tema é um conteúdo que integra o currículo da Educação Básica, dentro da área de Ciências da Natureza. Espera-se que o material sirva de repertório para a formação docente, bem como sirva de estratégia didática na sala de aula.

Sobre a Origem da vida, perguntas como ‘de onde viemos?’ e ‘como surgiram os primeiros seres vivos no nosso planeta?’ são interessantes para os estudantes. 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. 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. Ela 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 (Zaia, 2004).

Apesar de inúmeros cientistas em todo mundo buscarem por respostas e realizarem experimentos para explicar a Origem da vida, o contexto social, principalmente o religioso acaba influenciando a visão dos estudantes. Essa influência social sobre a concepção da Origem da vida, é um dos motivos do tema ser apontado por professores de Ciências como um dos mais difíceis de serem tratados em sala de aula (Cerqueira, 2009). Corroborando, Porto e Falcão (2010), afirmam que as dificuldades referentes ao se trabalhar a Origem da vida, nas salas de aulas, devem-se, em grande parte, a coexistência de diferentes explicações para o fenômeno. Os autores ainda comentam, que apesar das hipóteses e cenários conterem dados com base na Ciência e admitidos como razoáveis, existe o espaço para controvérsias e deturpações. Devido ao seu caráter intrinsecamente aberto à discussão, não dogmático por definição, discussões sobre a Origem da vida, podem 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).

De acordo com Leite (2002), 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” (Leite, 2002, p.338). Bizzo e Chassot (2013), comentam 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, assim, os processos históricos podem servir de modelo para a aprendizagem em si. A partir da HC, pode-se demonstrar a importância do conhecimento e a colaboração entre os cientistas para a realização das pesquisas científicas referentes ao surgimento da vida.

Neste contexto, a presente Produção Técnica Educacional, decorrente da Dissertação de Mestrado intitulada ‘A origem da vida na terra do ponto de vista da Química pré-biótica: um Estudo Dirigido na perspectiva da História da Ciência’, tem como objetivo geral propor um Estudo Dirigido sobre o tema Origem da vida, com ênfase na Química pré-biótica. Apresenta como objetivos específicos: abordar a interdisciplinaridade entre a Química e a Biologia; trabalhar a História da Ciência, no que diz respeito a compreensão de diferentes teorias para Origem da vida, em especial sobre a teoria de Oparin e Haldane; utilizar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação; realizar práticas experimentais, a fim de enriquecer o processo de ensino.

O Estudo Dirigido foi desenvolvido com acadêmicos da graduação em Química do Instituto Federal de Jacarezinho, Paraná, durante cinco encontros, no qual foram realizadas discussões sobre o tema Origem da vida, pautados em estudos científicos. Foram realizadas atividades envolvendo as TDIC, em especial a plataforma *Canva*, o *software ArgusLab* e a ferramenta *Padlet*. Também foi realizada uma prática experimental referente a formação dos coacervados, conceito presente na teoria para a Origem da vida de Oparin e Haldane. A utilização de diferentes estratégias de ensino, desde a História da Ciência, aliada ao uso de recursos tecnológicos e à realização de aulas práticas, é importante no processo de ensino e aprendizagem, pois possui o intuito de estimular o interesse e favorecer a compreensão dos estudantes quanto aos conceitos científicos envolvidos nas teorias para Origem da vida.

Dando prosseguimento, na próxima seção será apresentada uma síntese dos conceitos teórico-metodológicos que subsidiaram o Estudo Dirigido. A fundamentação teórica se desdobra em História da Ciência; Recursos educacionais no ensino de Ciências e a metodologia do Estudo Dirigido. Na sequência, é apresentada a Produção Técnica Educacional.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

1.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA

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). Para o autor, ao ensinar Ciências o professor deve procurar que seus alunos se tornem mais críticos e sejam agentes de transformações do mundo em que vivemos. Assim, a educação deve buscar:

> Possibilidades para que a grande maioria da população disponha de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver na vida diária, ajudar a resolver problemas e tomar consciência das complexas relações entre a ciência e sociedade (Chassot, 2003, p. 42).

O processo de ensino deve buscar uma abordagem interdisciplinar, a Ciência é estudada de maneira inter-relacionada com a tecnologia e a sociedade. A transmissão desses conhecimentos deve ser embasada na realidade dos estudantes, e ao mesmo tempo, deve apresentar-se como uma concepção que destaque seu na sociedade contemporânea, por meio de uma contextualização social, política, econômica e filosófica (Chassot, 2003). No entanto, Machado e Mortimer (2007), alertam que aprender Ciências não é somente uma questão de ampliar o conhecimento de jovens sobre os fenômenos do mundo ou até mesmo organizar o raciocínio do senso comum desses estudantes. Para os autores, aprender Ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo. Assim, ao atribuir significados sobre o que está aprendendo, o estudante buscará articular maneiras de responder as perguntas de acordo com os seus conhecimentos. O professor dever conduzir o estudante a contemplar seu próprio discurso e a ressignificar sua concepção de mundo, associando-a 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. Assim, o processo de produção do conhecimento necessita ser apropriado e entendido pelos atores escolares. Em relação ao conhecimento científico, os autores afirmam:

> 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 conhecimento cuja a disseminação se dá somente nos espaços escolares, ao contrário, os conhecimentos científicos fazem-se presentes no cotidiano dos estudantes, por intermédio dos objetos e dos processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea.

De acordo com Leite (2002), a História da Ciência pode auxiliar a relação entre os saberes prévios dos alunos e as diferentes formas de dar sentido ao mundo. A HC, mostra que não há "um "método científico, mas sim uma diversidade de metas, interesses e motivos influenciam a maneira como os cientistas, fazem ciência", (Leite, 2002, p. 337). Os alunos estarão assim menos inclinados a ver a ciência não como um procedimento de livro de receitas e mais aptos a refletir sobre a complexidade do trabalho científico

A História da Ciência, constituiu-se como disciplina acadêmica em 1945, conjuntamente com a expansão da Ciência e Tecnologia. 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)

Há uma necessidade de um ensino cada vez mais marcado pela historicidade, de modo a envolver os estudantes em atividades ligadas com o desenvolvimento da construção do conhecimento científico. Mendes (2011), reafirma a importância de se introduzir os conteúdos de forma histórica, abordando os processos de desenvolvimento da Ciência até os dias atuais, para relacionar os avanços de acordo com cada época. 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 a todo tempo e que ainda podem ser transformados. "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).

Devemos evitar a pseudociência. 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. Bizzo e Chassot (2013) discorrem:

> A História Ciência 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).

A HC deve focar os processos de construção, alteração e comunicação das representações científicas que podem subsidiar elementos para uma reavaliação histórica da elaboração de conceitos-chave da Ciência (Bizzo; Chassot, 2013). A Ciência possui verdades transitórias, assim conceitos que eram considerados como sendo a explicação para determinados fenômenos passam a ser questionados e revisados, podendo ser substituídos. Dessa forma, a HC contribuiu significativamente para a aprendizagem, pois permite que o conjunto de conhecimentos ajudem os indivíduos a fazerem uma melhor leitura dos fenômenos do mundo, de forma contextualizada. Os processos históricos podem servir de modelo para a aprendizagem em si, corroborando com a prática na sala de aula.

1.2 RECURSOS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Os recursos educacionais podem ser utilizados pelos docentes para incrementar e dinamizar o ensino, podem também contribuir para uma aprendizagem cientifica, quando os conceitos da ciência são compreendidos pelos estudantes, não só no que diz respeito aos conteúdos científicos, mas também ao contexto histórico relacionado a construção do conhecimento.

Uma forma de contribuir para o desenvolvimento gradativo da capacidade de reflexão e compreensão dos estudantes, pode ser pelo uso de textos científicos, que possuem o potencial de vincular os conteúdos disciplinares ao cotidiano do aluno e seu uso em sala de aula pode contribuir na formação do sujeito-leitor, capaz de ser crítico, saber se posicionar e argumentar sobre os fenômenos do seu dia a dia. Cabe ressaltar, que ao se trabalhar com textos, o professor deve considerar alguns critérios, tais como a linguagem utilizada, o conteúdo, o público para quem se destina o texto, uma vez que, os estudantes possuem um repertório de leituras que podem interferir na possibilidade de compreensão dos textos científicos e por fim, o professor deve ter claro quais os objetivos pretende-se atingir ao propor a atividade de leitura. Dessa forma, o texto torna-se um instrumento de mediação na sala de aula. O uso de debates e roda de conversa, permite também 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.

A busca pela constituição de novas ferramentas e estratégias educacionais, que se adequem as transformações sociais, traz o uso das tecnologias digitais no ambiente escolar Essas transformações, têm exigido novas posturas das escolas e instituições de ensino. Isso demanda um esforço para além dos recursos tecnológicos, mas também pela transformação dos espaços escolares, das metodologias de ensino e aprendizagem, e das reflexões referentes ao uso das tecnologias na sala de aula (Grando *et al*., 2020). O desafio está em 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; Récio, 2013).

É necessário a utilização de estratégias educacionais mais atrativas e interessantes para os alunos, que fomentem a reflexão, o envolvimento e a autonomia discente. Uma maneira de superar esse desafio é incluir, de forma efetiva, as TDIC na formação inicial e continuada dos professores (Moreno; Heidelmann, 2017), pois o ensino de Ciências necessita promover a aprendizagem científica. Neste horizonte, as estratégias de ensino reforçam o papel da ação docente em sala de aula, de modo a favorecer colaborativa e substancialmente a aprendizagem significativa dos conteúdos escolares (Machado, 2016). Assim, as tecnologias podem auxiliar o trabalho docente no desenvolvimento de uma variedade de atividades, para a promoção do engajamento dos estudantes, com a incorporação crítica das possibilidades das tecnologias digitais.

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 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. Os autores salientam que 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, mas que integrem e contribuam para a construção de uma aula mais interessante, centrada em uma realidade que produz maior engajamento do aluno (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. De acordo com Ferreira, *et al*. (2011), um fator essencial para o aprendizado da Química 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. Neste contexto, 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. Por meio do 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).

Grando *et al.* (2020), comentam que programas e aplicativos começaram a ser desenvolvidos como facilitadores na promoção de aprendizagens dentro da Ciências, 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. A utilização desses recursos, permite que se tenha uma visualização em três dimensões, de diversos conceitos e modelos da Química. Essa representação chamada de Realidade virtual – (RV), constitui um rico campo em relação à sua aplicabilidade no ensino de Ciências, podendo ser utilizada para inovar práticas pedagógicas que apresentem alto grau de abstração (Grando *et al.*, 2020).

De acordo com Machado (2016), o emprego de *softwares* permite a simulação e a demonstração das variáveis envolvidas nos fenômenos químicos. Assim, as simulações são ferramentas inovadoras para a representação de modelos dinâmicos, permitindo o desenvolvimento da compreensão conceitual dos estudos, que vão além do ensino tradicional. Corroborando, Arroio e Giordan (2006) afirmam que recursos visuais, como imagens e simulações permitem a visualização de situações abstratas, desprovidas de imagens, ou de situações não observáveis no mundo macroscópico. Por meio do uso desses recursos, os estudantes podem visualizar os conceitos de forma mais eficiente e interativa, além de servir para organizar as atividades de ensino, também podem auxiliar o aluno a desenvolver uma leitura crítica do mundo (Arroio; Giordan, 2006).

O uso da experimentação também pode contribuir para a construção de um pensamento científico. A experimentação, quando utilizada de forma planejada pode favorecer a apropriação efetiva do conceito por parte do estudante, além de promover a reflexão advinda das situações nas quais o professor integra o trabalho prático na sua argumentação. Práticas experimentais, devem 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. 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. Ainda para o autor na experimentação:

> O sujeito se percebe diante de uma representação da realidade, obrigando-se a formular a sua própria, que venha a se ajustar àquela em simulação. Trata-se portanto de determinar à experimentação o novo papel de estruturadora de uma realidade simulada, etapa intermediária entre o fenômeno, que também é acessado pelo prisma da experimentação, e a representação que o sujeito lhe confere (Giordan, 1999, p.7).

A experimentação pode ser um veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos auxiliam o entendimento e o desenvolvimento da aprendizagem (Giordan, 1999, p.44). Corroborando, Novais (2018), afirma que a abordagem a partir de atividades experimentais configura uma importante estratégia para promover o processo de ensino e aprendizagem de ciências. De acordo com o autor, 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. Dessa forma, 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.

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. É essencial a busca por estratégias de ensino que atraiam os estudantes para a busca do conhecimento. De acordo com Arroio e Giordan (2006), um dos grandes desafios que se apresenta é o de integrar consciente e criticamente a escola, seus alunos e professores, ao desenvolvimento científico.

É necessário atentar-se aos conhecimentos e valores que influenciam a vida dos estudantes, a fim de fazer com que compreendam os aspectos úteis da Ciência, suas limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (Chassot, 2003). O professor não deve ser apenas um executor de tarefas, mas sim um sujeito que atua com uma intencionalidade e que deve refletir sobre as suas ações. Ao docente cabe planejar, criar estratégias e metodologias de ensino, além de promover um ambiente de trabalho coletivo para conduzir um processo contínuo de ações que possibilitem aos estudantes, inclusive aos que têm maiores dificuldades, cultivar e ampliar todas as suas potencialidades.

1.3 ESTUDO DIRIGIDO

A metodologia de ensino desta Produção Técnica Educacional, consiste no Estudo Dirigido. O 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 questões significativas que mobilizem o conhecimento acadêmico, contribuindo para o aperfeiçoamento do aprendizado (Libâneo, 2013).

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). 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 irá ensinar. Essa problematização corresponde:

> Trazer o conhecimento para o contexto do alunado, buscar indagações que imprimam sentido ao conhecer. Dessa forma podem-se construir relações entre o conhecimento cientifico 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).

Para o planejamento de ensino dos encontros do Estudo Dirigido, foram considerados os elementos norteadores de uma Sequência Didática, propostos por Guimarães e Giordan (2011), para maiores informações, favor consultar a dissertação de mestrado.

Na aplicação do Estudo dirigido, os objetivos foram trabalhar 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 e realizar práticas experimentais. Ao final das atividades, espera-se que os estudantes compreendam os conceitos e processos da Química pré-biótica; interpretem cientificamente as pesquisas sobre Origem da vida e reflitam criticamente sobre o surgimento da vida, a partir da História da Ciência.

O Estudo Dirigido teve carga horária total de 12 horas, cinco aulas de duas horas, mais duas horas referentes às atividades extras. 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.

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. As etapas deste Estudo Dirigido podem ser utilizadas por professores, para serem aplicadas em suas aulas, de forma a instigar e aprofundar o tema Origem da vida. As atividades propostas, foram planejadas de uma forma interdisciplinar, atreladas ao Ensino de Biologia e ao Ensino de Química, com o objetivo de ampliar a visão e os conceitos dos acadêmicos sobre tema à luz da História da Ciência.

No próximo capítulo, a Produção Técnica Educacional foi detalhadamente apresentada, com reflexões sobre a Origem da vida do ponto de vista da História da Ciência e da Química pré-biótica e, por fim a descrição detalhada das atividades realizadas em cada encontro. Para acessar o material de forma on-line clique aqui.

2 **PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL**

ORIGEM DA VIDA E A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA

Verônica Rodrigues de Moraes
Rudolph dos Santos Gomes Pereira

CORNÉLIO PROCÓPIO
2024

DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL

Área de Conhecimento: Ciências da Natureza.

Público-alvo: Professores de Biologia, Ciências e Química.

Finalidade:

- Orientar professores de Ciências, Biologia e Química em relação as atividades do Estudo Dirigido, a fim de despertar seu interesse pelo tema e estimular sua autonomia para produzir suas próprias atividades.

- O Estudo Dirigido, objetiva compartilhar uma sequência de atividades de forma interdisciplinar, sobre a Origem da vida, com ênfase na História da Ciência.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....27

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....29
1.1 Origem da vida e Química pré-biótica.....29
1.2 Apresentação do Estudo Dirigido.....41
1.3 Cronograma- Estudo Dirigido.....43

REFERÊNCIAS.....50

APÊNDICES.....51
Apêndice A – Artigos científicos enviados para os discentes.....52
Apêndice B – Apresentação de slides sobre a História da Ciência.....53
Apêndice C – Apresentação de slides sobre as teorias da Origem da vida.....54
Apêndice D – Interface da plataforma Canva e Padlet.....55
Apêndice E – Interface do Software ArgusLab.....56
Apêndice F – Roteiro da aula prática - Formação de coacervados.....57

INTRODUÇÃO

A Ciência pode ser considerada como uma linguagem construída por homens e mulheres para elucidar os fenômenos do mundo natural. Dessa forma, é necessário um processo de ensino contextualizado, a fim de permitir aos estudantes interpretar de forma crítica o ambiente a sua volta (CHASSOT, 2003). Ao trabalhar os conceitos das Ciências, o professor precisa buscar meios de relacionar os conteúdos escolares, ligando-os à vivência dos alunos, para assim promover, uma educação que possibilite a apropriação de conhecimentos e a ressignificação de suas leituras de mundo.

É preciso cada vez mais, que a Ciência seja apresentada como uma construção humana, sujeita a interferência de fatores sociais, econômicos e culturais de seu tempo. Para isso, uma abordagem na perspectiva da História da Ciência -HC permite entender os fatos que contribuíram para mudanças nos paradigmas de conceitos em determinadas épocas. A ciência deve 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.

Um tema intrigante ao longo da HC 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, atrai o interesse dos acadêmicos e da comunidade científica mundial pertencente às mais diversas áreas do conhecimento (Química, Física, Biologia, etc). 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.

A Química pré-biótica 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 devem reproduzir ambientes que um dia existiram.

Neste contexto, o Estudo Dirigido sobre o tema Origem da Vida foi formulado , como uma proposta interdisciplinar atrelada ao Ensino de Biologia e ao Ensino de Química. Buscamos apresentar conteúdos de cunho científico, que visam ampliar a visão em relação ao contexto histórico dos experimentos realizados pelos cientistas e os diferentes pensamentos científicos que fundamentaram as teorias sobre a Origem da vida.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

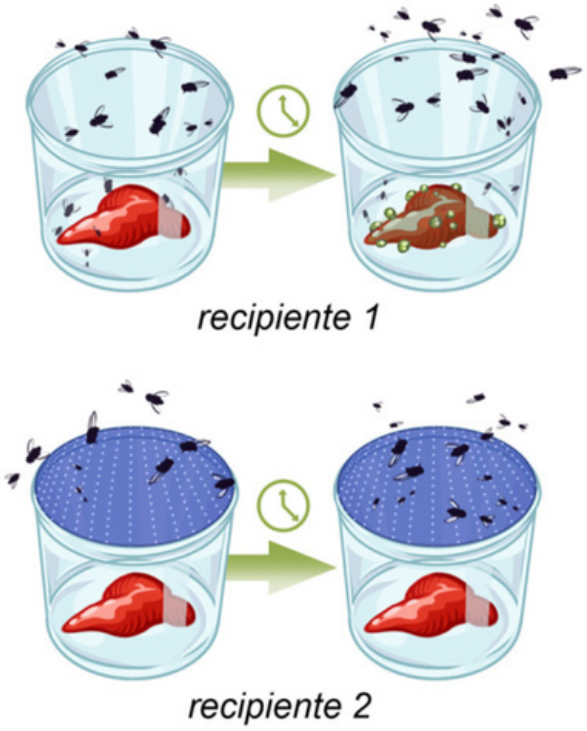
1.1 A ORIGEM DA VIDA E A QUÍMICA-PRÉBIOTICA

Desde tempos imemoriais, o homem olha à sua volta e tenta explicar o mundo que o cerca. A ciência, ao longo dos séculos vem tentando responder como a vida surgiu em nosso planeta. Esse questionamento, não era assunto da comunidade científica até o início do século XIX, pois acreditava-se que era possível obter seres vivos a partir de matéria inanimada, ou seja, pela geração espontânea.

Por mais estranho que possa parecer, a aceitação da teoria da geração espontânea 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). Red adicionou porções separadas de carne fresca em dois recipientes, em um ele manteve a carne exposta e no outro a carne ficou no recipiente fechado. Depois de alguns dias, observou que as moscas depositam seus ovos na carne exposta, que posteriormente se transformam em larvas. No recipiente em que a carne ficou protegida das moscas, não foram observadas as larvas. Os resultados desse experimento refutaram a teoria da geração espontânea, nesse caso específico, mas não desencorajou alguns de seus persistentes defensores (Zaia, 2003).

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

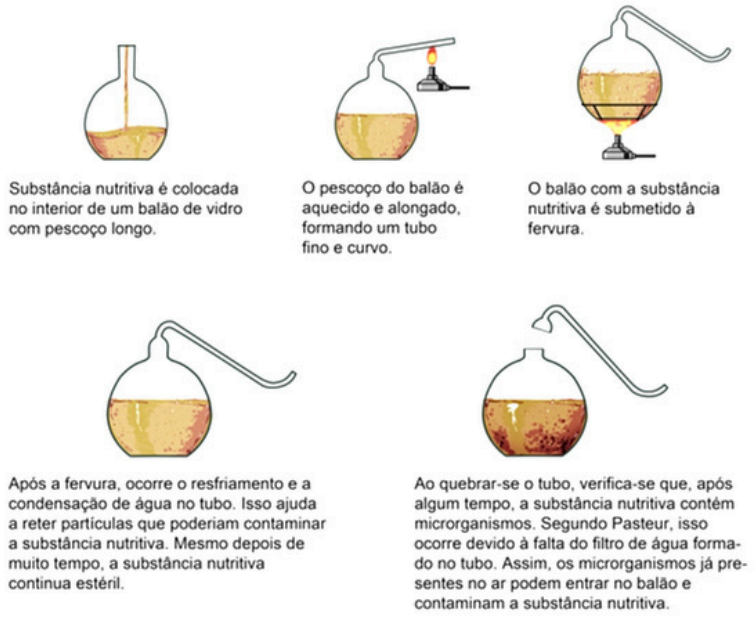


Fonte: Centro de Ensino e de Pesquisa Aplicada (CEPA) - Instituto de Física da USP.

O italiano Lazzaro Spallanzani realizou experimentos semelhantes, promovendo, porém, com algumas alterações na metodologia, como aumentar o tempo de fervura e fechar os frascos hermeticamente. Após alguns dias, o pesquisador também não observou microrganismos na substância nutritiva.

Apenas, no início do século XIX, cientistas como Louis Pasteur (1822-1895) e John Tyndall (1820-1893) desbancariam de vez a teoria da geração espontânea. O francês Louis Pasteur realizou experimentos (figura 02) que contribuíram para reforçar de forma significativa a teoria da Biogênese. Já Tyndall, em seus trabalhos, observou que algumas bactérias eram resistentes ao calor e poderiam, depois de algum tempo, voltar a se reproduzir, permitindo, assim, explicar algumas observações que à primeira vista pareciam corroborar com a geração espontânea.

Figura 02 - Experimento de Louis Pasteur



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

Após os resultados desses experimentos e os avanços nas pesquisas sobre o funcionamento das células, a comunidade científica tornou-se cética quanto a questão de como se iniciou a vida, devido a sua grande complexidade, mesmo em se tratando de uma simples célula bacteriana.

Os avanços nas pesquisas principalmente no campo da geologia, em relação a composição, formação e idade da Terra, influenciaram estudiosos da Origem da vida, como o bioquímico russo Alexander I. Oparin, (1894-1980) em 1924, e, de forma independente o geneticista inglês J. B. S. Haldane (1892-1964), em 1929, a proporem um esquema para o surgimento da vida na Terra.

Oparin sofreu diversas influencias de pesquisadores da sua época. O seu primeiro mentor foi Leksei N. Bach (1857-1946), com quem posteriormente fundou o primeiro instituto de bioquímica da Academia de Ciências da URSS. Bach influenciou a formação de Oparin, tanto na parte científica quanto nos ideais políticos. Além de ser um eminente cientista, Bach era uma importante figura política, trabalhou no governo soviético, no qual ofereceu cargos relacionados a pesquisa cientifica para Oparin.

No momento da revolução soviética, Oparin estava com vinte e poucos anos e até então, estava muito disposto e ansioso, para aplicar os princípios do materialismo dialético à investigação científica. Em muitos dos livros e artigos que publicou na segunda metade do século XX, Oparin escreveu sobre a relevância do Marxismo para a biologia (Gasparri, 2015).

O materialismo dialético, é uma corrente de pensamento da filosofia, que surgiu em meados do século XIX. Oparin, abordava a Origem da vida levando conta a sua natureza material, criticou o vitalismo e o idealismo, refutando explicações sobrenaturais ou uma formação espontânea para o surgimento dos seres vivos. Neste cenário, Engels (1820-1895), influenciou notoriamente Oparin com o materialismo dialético para a formação da vida. Engels, entendia que a Origem da vida dependia das condições de desenvolvimento da natureza, embasamento usado por Oparin para explicar a evolução da matéria.

As pesquisas de Oparin, contaram também com as reflexões de Ernest Haeckel (1834-1919), que explicava o surgimento da vida por meio da auto-organização da matéria bruta e pelos ciclos biogeoquímicos, que levaram a formação de substâncias orgânicas, presentes em um oceano primitivo. A partir dessas reações resultariam a formação de coloides que sob condições químicas pré-bióticas primitivas, teriam possibilitado a evolução da matéria.

Por fim, Oparin utilizou as explicações da evolução darwiniana, uma vez que, Charles Darwin foi o primeiro cientista a propor que a vida poderia ter surgido por meio do aumento da complexidade das reações químicas da matéria inanimada. Oparin utilizou a evolução das espécies para explicar o surgimento e desenvolvimento gradual da vida em nosso planeta (Gasparri, 2015).

Em 1924, Oparin, foi o primeiro a desenvolver e divulgar que a vida poderia ter surgido a partir de compostos inorgânicos. Resumidamente, a hipótese de Oparin e Haldane (figura 03), afirma que moléculas mais simples presentes em uma atmosfera primitiva reagiam entre si (por exemplo metano, amônia, hidrogênio) formando biomoléculas (aminoácidos, açúcares, lipídios, purinas, entre outras.).

O processo para a formação do primeiro ser vivo, provavelmente levou um período de milhões de anos, 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 03).

Figura 03 - Esquema da Terra primitiva, segundo a teoria de Oparin e Haldane.



Fonte: Autora, 2023.

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 e Zaia, 2008). A abordagem compartimentalista, afirma que o início do desenvolvimento da vida tenha se originado no interior de um limite esférico fechado. As funções necessárias à vida teriam surgido, assim, 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. O princípio da compartimentalização relaciona o início da vida com a formação de sequências específicas de macromoléculas por meio de reações químicas (Luisi, 2013).

Não existe um consenso na literatura científica sobre a composição da atmosfera da Terra primitiva. 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), propondo uma atmosfera que poderiam ser ora redutoras ou mais oxidantes, de acordo com a intensidade de radiação ultravioleta proveniente do sol (Murta e Lopes, 2005).

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.

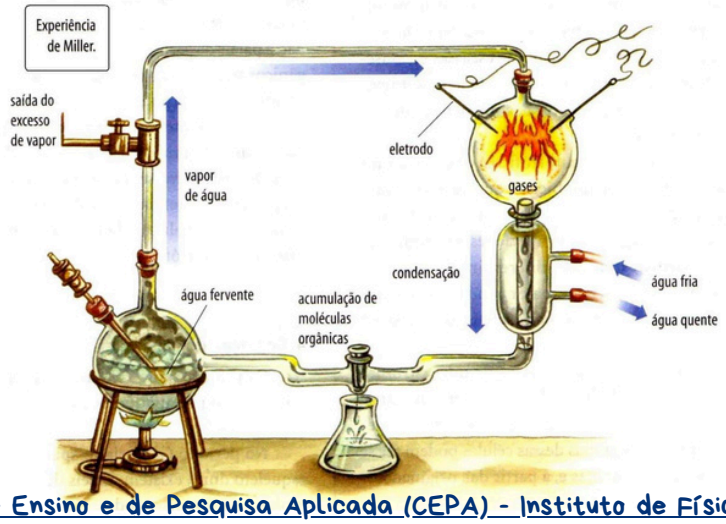
A diminuição do bombardeamento por meteoritos, bem como a diminuição da atividade vulcânica e o resfriamento do Planeta, contribuiu para uma mudança da atmosfera primordial, acrescentando dióxido de carbono (CO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) na atmosfera, e reduzindo a concentração de metano (CH_4). 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 e Lopes, 2005).

A síntese de substâncias inorgânicas, sob condições que poderiam ter levado à emergência da vida, foi inaugurada com a Teoria de Oparin e Haldane, no entanto a sua confirmação a partir da experimentação, foi realizada por meio dos estudos de Stanley Miller, em 1953. Seu famoso experimento ocorreu no laboratório de Harold C. Urey (Prêmio Nobel de Química de 1934) na Universidade de Chicago e deu início ao que hoje chamamos de Química pré-biótica.

A Química pré-biotica estuda as reações químicas que poderiam ter contribuído para o surgimento da vida em nosso planeta, investiga 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, onde procuram-se evidências de moléculas mais simples que se polimerizam e formam estruturas cada vez mais complexas até o surgimento do primeiro ser vivo (Zaia e 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 (figura 04). Para isto, Miller criou um sistema fechado e nele inseriu alguns componentes gasosos considerados os principais gases constituintes da atmosfera pré-biótica, hidrogênio, amônia, metano e vapor d'água. Utilizando descargas elétricas, para simular os relâmpagos portadores de energia, o cientista verificou após algumas semanas, a formação de diversos aminoácidos como glicina, α-alanina, β-alanina, ácido aspártico, entre outros presentes na constituição dos seres vivos (Zaia e Zaia, 2008; Luisi, 2013).

Figura 04- Esquema da Terra primitiva para o experimento de Miller.



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

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, assim 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 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 auto replicantes 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 DNA. Alguns trabalhos já foram capazes de sintetizar RNA com a utilização de enzimas. No entanto, nenhum foi capaz de produzir RNA em condições pré-bióticas.

Outra teoria, 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 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 controle deste ciclo. A questão é um metabolismo anterior à origem das macromoléculas catalíticas.

De acordo com o Metabolismo Pré-biótico, a organização dos ciclos metabólicos complexos, envolve pequenas moléculas, como o ciclo reprodutivo do ácido cítrico sobre superfícies minerais que serviriam de base para a polimerização em ambiente aquoso. Dessa forma, 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.

Em relação às diferentes teorias sobre a Origem da vida, trabalhar os conceitos clássicos de forma crítica, pode dar ao estudante a possibilidade de contextualizar essa realidade científica cada vez mais complexa. Murta e Lopes (2005) afirmam 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. (Murta e Lopes, 2005, p. 27).

Reconhecer os limites de cada teoria, de cada modelo, é fundamental para se construir uma cultura sobre a Ciência. O conteúdo Origem da Vida é alvo de embates e discussões, com diversas perspectivas científicas, sendo importante realizar discussões e abordagens que enriqueçam o processo de ensino e aprendizagem para a Origem da vida.

1.2 APRESENTAÇÃO ESTUDO DIRIGIDO

A Produção Técnica Educacional, formatada em um Estudo Dirigido, foi apresentada neste documento como parte integrante da Dissertação de Mestrado Intitulada 'A Origem da vida na terra do ponto de vista da Química pré-biótica: um Estudo Dirigido na perspectiva da História da Ciência'. Disponível em: http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino, clicando, na barra lateral esquerda, no item Produtos Educacionais e, sequencialmente, em Produções Educacionais da 6a Turma – 2022/2023. Para mais informações, entre em contato com a autora: e-mail: [redacted]moraes2@gmail.com

O Estudo Dirigido encontra-se dividido em 5 (cinco) encontros, com carga horária total de 10 horas, recomenda-se a disponibilização de mais duas horas para a realização de atividades na casa. A proposta aqui apresentada foi realizada para licenciandos do curso de Química de uma unidade do Instituto Federal do Paraná.

A organização didática dos encontros traz a sequência de atividades realizadas, com os conteúdos desenvolvidos, os objetivos e a explanação de seu desenvolvimento, com explicações teóricas, reflexões e a utilização de recursos educacionais. As atividades desenvolvidas e os slides utilizados estão disponíveis como apêndice, no final desta Produção.

Vale ressaltar, que para a realização do Estudo Dirigido são necessários baixar e realizar o teste das TDIC apresentadas, bem como separar os matérias para as práticas experimentais previamente. Como sugestão, torna-se viável a organização de um grupo de contato via WhatsApp® para facilitar a comunicação com os participantes. No formulário de inscrição, enviado durante a divulgação do curso, os participantes podem autorizar a inserção de seu contato telefônico no grupo.

1.3 CRONOGRAMA-ESTUDO DIRIGIDO

ORIGEM DA VIDA E A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA

1° Encontro (07/10/2022)

- Apresentação do Estudo Dirigido;
- Aplicação do Questionário Inicial;
- Introdução a História da Ciência;
- Divisão dos alunos em duplas.

2° Encontro (21/10/2022)

- História da Ciência;
- Apresentação de diferentes teorias sobre a Origem da vida, com ênfase na Química pré-biótica.

3° Encontro (28/10/2022)

- Apresentação e desenvolvimento de atividades referentes às TDIC (*Canva* e *Padlet*).

4° Encontro (11/11/2022)

- Apresentação e desenvolvimento de atividades referentes às TDIC (*Software ArgusLab*);
- Realização de uma Atividade experimental (Formação de Coacervados).

5° Encontro (18/11/2022)

- Apresentação final dos acadêmicos;
- Aplicação do Questionário final.

1° ENCONTRO

ENCONTRO Nº1	**Tema: Apresentação do Estudo Dirigido "Origem da Vida"**
CONTEÚDOS	Apresentação do Plano do Estudo; Aplicação do Questionário inicial; Introdução à História da Ciência;
OBJETIVOS DE ENSINO	Apresentar as etapas do Estudo Dirigido durante o decorrer do curso; Contextualizar a ciência como um conceito histórico, social e transitório; Explicitar a importância da História da Ciência para a construção do conhecimento científico; Motivar os estudantes a pesquisarem sobre as diferentes teorias sobre a Origem da Vida; Dividir os alunos em duplas para a realização de uma apresentação final, com base nos assuntos estudados durante os encontros.
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	Compreender que a Ciência é influenciada pelo contexto histórico onde está inserida; Entender a História da Ciência como campo de estudo e sua importância; Apreender sobre as diferentes teorias da Origem da vida; Ter contato com a produção cientifica; Socializar e trocar conhecimento com os demais colegas.
DINÂMICA	Apresentação das atividades do Estudo Dirigido. Entrega do Questionário inicial (Apêndice A) impresso com 30 minutos para as respostas; Apresentação de vídeo sobre a História da Ciência, intitulado *Intro to History of Science: Crash, que pertence a plataforma de divulgação científica Course History of Science* (Disponível em: https://youtu.be/YvtCLceNf30), com a finalidade de estimular o debate. Divisão dos alunos em duplas para estudo dos artigos necessários para a fundamentação do trabalho final – entrega dos artigos científicos para leitura (Apêndice B). Artigo 01: Química pré-biótica: Sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra; Artigo 02: Algumas controvérsias sobre a Origem da vida; Artigo 03: Origens da vida.
DURAÇÃO	2 horas

PROBLEMATIZAÇÃO	É necessária a promoção de atividades que propiciem a discussão e o debate na sala de aula. Assim, o presente trabalho traz o uso de textos científicos para o tema Origem da vida. A leitura científica, estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e a prática da argumentação, auxiliando no processo de construção de conceitos científicos. Também cabe ressaltar a importância das atividades ativas que contribuam com a autonomia discente, para investigação e realização de pesquisas.
AVALIAÇÃO	Aplicação de questionário inicial para verificar previamente as percepções dos acadêmicos sobre o conteúdo Origem da Vida; Observação da interação dos alunos e alunas durante a roda de conversa.
ATIVIDADE	Realizar pesquisa sobre as diferentes teorias da Origem da Vida, de acordo com a Química pré-biótica. Cada dupla irá receber três artigos, contendo assuntos norteadoras sobre o tema com uma abordagem a partir da História da Ciência. O intuito da atividade é reunir os integrantes das duplas e proporcionar a discussão com embasamento cientifico sobre o assunto, que será debatido no próximo encontro.

2° ENCONTRO

ENCONTRO Nº2	Tema: Perspectivas sobre a Origem da Vida
CONTEÚDOS	História da Ciência; Possibilidades científicas para a Origem da Vida; Teoria de Oparin e Haldane; Importância do experimento de Miller; Química pré-biótica.
OBJETIVOS DE ENSINO	Discorrer sobre a importância de construir os conceitos científicos com base na História da Ciência; Apresentar diferentes teorias sobre Origem da Vida e situa-las historicamente; Apresentar a teoria de Oparin e Haldane com base na História da Ciência; Apresentar o campo de estudo da Química pré-biótica.
OBJETIVOS DE APENDIZAGEM	Compreender como a teoria de Oparin e Haldane foi importante para iniciar os estudos sobre o surgimento da vida em nosso planeta, de forma contextualizada; Entender quais fenômenos químicos influenciaram a síntese pré-biotica na formação dos primeiros seres vivos; Compreender o experimento de Miller.
DINÂMICA	Organização da sala para roda de conversa e interação dos acadêmicos, por meio da discussão dos resultados das leituras dos artigos; Apresentação de slides sobre a História da Ciência (Apêndice C), posterior discussão e debate sobre a percepção dos acadêmicos referentes as diferentes teorias sobre a Origem da vida. Exposição de slides sobre as teorias da Origem da vida, de acordo com a Química pré-biótica (Apêndice D).
DURAÇÃO	2 horas
PROBLEMATIZAÇÃO	Faz-se necessário compreensão de diferentes perspectivas sobre a Origem da Vida, com ênfase na abordagem da química pré-biótica, para dar cientificidade ao processo de ensino e aprendizagem. A apresentação na plataforma digital torna-se um incentivo para o uso das TDIC nos estudos.
AVALIAÇÃO	Observação da participação dos acadêmicos.

3° ENCONTRO

ENCONTRO Nº 3	**Tema: Uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências**
CONTEÚDOS	Aplicativos voltados para a Educação
OBJETIVOS DE ENSINO	Apresentar a plataforma *Canva* e a ferramenta *Padlet* como recurso para o processo de ensino e aprendizagem.
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	Apreender a utilizar os recursos da plataforma *Canva* e do *padlet*.
DINÂMICAS	No Laboratório de Informática, os discentes usaram os computadores para aprenderem a utilizar da plataforma *Canva,* que permite a elaboração de *slides* interativos e atrativos, bem como a produção de atividades mais lúdicas.Também foi apresentada a ferramenta *Padlet*, que permite a colaboração *on-line* e compartilhamento de murais interativos (Apêndice E). Os estudantes foram orientados a utilizar as funções do *Canva* para a elaboração das apresentações finais, bem como utilizar o *Padlet* para o compartilhamento dos arquivos.
DURAÇÃO	2 horas
PROBLEMATIZAÇÃO	As TDIC, além de potencializar os conteúdos da Química pré-biótica, proporcionam aprendizado tecnológico, unindo Ciência e Tecnologia.
AVALIAÇÃO	Observação da participação dos acadêmicos.
	Individual, conforme a apresentação da leitura e coletiva, conforme a interação no decorrer da aula.
ATIVIDADE	Os acadêmicos são instruídos a aprofundar os conteúdos, organizando a leitura para o trabalho final.

4° ENCONTRO

ENCONTRO Nº 4	Tema: Aula Experimental "Origem da vida"
CONTEÚDOS	Apresentação do software *ArgusLab*. Principais elementos presentes na atmosfera primitiva. Formação de estruturas simples (Coacervado).
OBJETIVOS DE ENSINO	Apresentar o software *ArgusLab*, a fim de facilitar a visualização dos compostos orgânicos formados a partir da teoria de Oparin e Haldane. Apreender, de forma simplificada, os processos que levaram a formação dos coacervados a partir de uma aula prática.
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	Permitir que os estudantes tenham contato com recursos tecnológicos a fim de facilitar a aprendizagem. Auxiliar a compreensão dos conteúdos de forma prática.
DINÂMICA	Utilização do Laboratório de Informática, para apresentação do *software ArgusLab*, a fim de facilitar a visualização dos compostos presentes na atmosfera primitiva. O *software* permite a construção de modelos tridimensionais das estruturas dos primeiros compostos orgânicos formados, de acordo com a teoria de Oparin e Haldane (Apêndice F). Utilização do Laboratório de Química para aula prática: Formação de um coacervado. Experimento adaptado *de Evolution & the Nature of Science Institutes*, USA (Disponível em: https://web.archive.org/web/20170713075657/http://www.indiana.edu/~ensiweb/orig.fs.html) (Apêndice G).
DURAÇÃO	2 horas
PROBLEMATIZAÇÃO	As TDIC podem auxiliar o ensino sobre a Origem da vida, uma vez que, permite a visualização de conteúdos abstratos e de difícil compreensão para os estudantes. As atividades experimentais permitem a confirmação e compreensão de informações adquiridas nas aulas teóricas, auxiliando o processo de ensino e
AVALIAÇÃO	Observação das atividades realizadas pelos acadêmicos; Participação na realização do experimento.

5° ENCONTRO

ENCONTRO Nº. 5	**Tema: Apresentação final "Divulgação dos conhecimentos"**
CONTEÚDOS	Apresentação dos acadêmicos; Aplicação do Questionário final.
OBJETIVOS DE ENSINO	Mediar a apresentação final das duplas sobre o tema Origem da Vida, com base nos conteúdos e tecnologias que utilizaram no decorrer das aulas; Aplicar o Questionário final (Apêndice H), com o intuito de verificar as percepções dos acadêmicos sobre a Origem da vida, após o desenvolvimento do Estudo Dirigido.
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	Espera-se que os alunos socializem e troquem conhecimento durante a apresentação.
DINÂMICA	Os alunos em duplas realizaram a apresentação final, com o intuito de promover a divulgação científica e o debate entre os acadêmicos.
DURAÇÃO	2 horas
PROBLEMATIZAÇÃO	O protagonismo dos alunos fomenta a tomada de consciência a respeito do tema Origem da Vida e o uso das novas tecnologias. A utilização das TDIC, para a demonstração do conhecimento adquirido, são importantes para auxiliar na compreensão da relação dos conteúdos abordados com o cotidiano.
AVALIAÇÃO	Síntese das ideias apresentadas pelos educandos nas apresentações quanto aos conteúdos da Química pré-biótica; Participação e interação na realização das atividades; Utilização dos recursos tecnológicos.

REFERÊNCIAS

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.

LUISI, P. L. A Emergência da Vida: Das origens químicas à biologia sintética. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013. 424p.

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

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.

APÊNDICES



APÊNDICE A

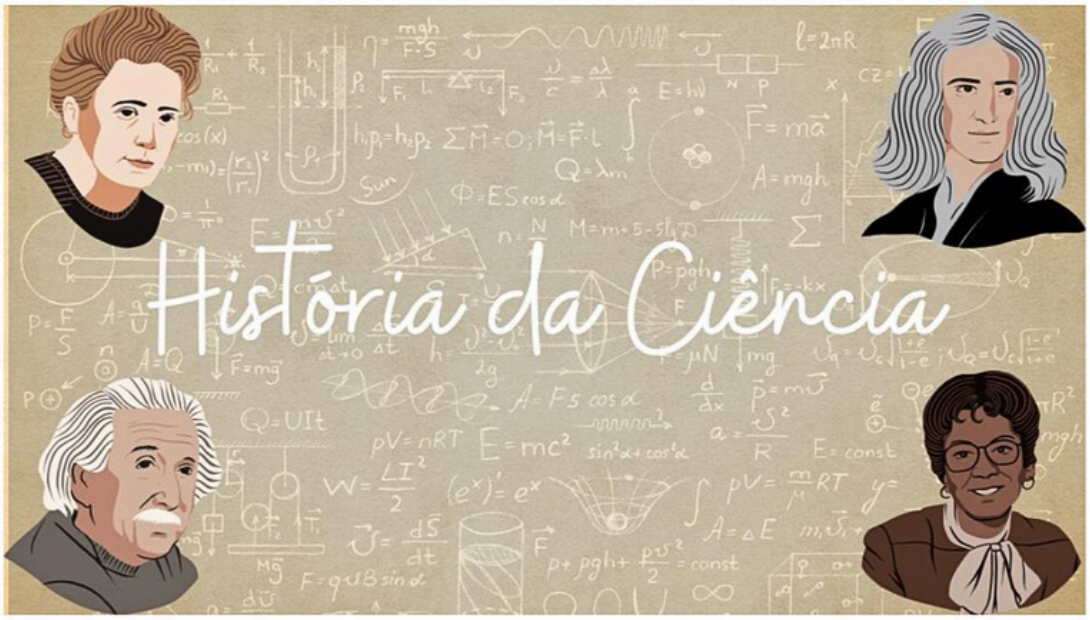
Artigos científicos enviados para os discentes

Artigo	Autores	Revista	Ano
Química pré-biótica: Sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a05.pdf	Maria Márcia Murta e Fabio Almeida Lopes	Quim. Nova	2005
Algumas controvérsias sobre a Origem da vida. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/36JNjcHsQsJPY99xq8RV6hB/	Dimas A. M. Zaial e Cássia Thaïs B. V. Zaia	Quim. Nova	2008
Origens da vida. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/7YByCSpwXRnY4tWxVK39bQB/	Augusto Damineli e Daniel Santa Cruz Damineli	Estudos avançados	2007

Fonte: autora (2023)

APÊNDICE B

Apresentação de slides sobre a História da Ciência



Fonte: Adaptado de Ciência Interativa. Link - https://www.cienciainterativa.com.br/

Apresentação disponível em:

https://www.canva.com/design/DAFOWV67bpQ/3nE3mpl_EmZSu6YKt8h31Q/edit?utm_content=DAFOWV67bpQ&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

APÊNDICE C

Apresentação de slides sobre as teorias da Origem da vida



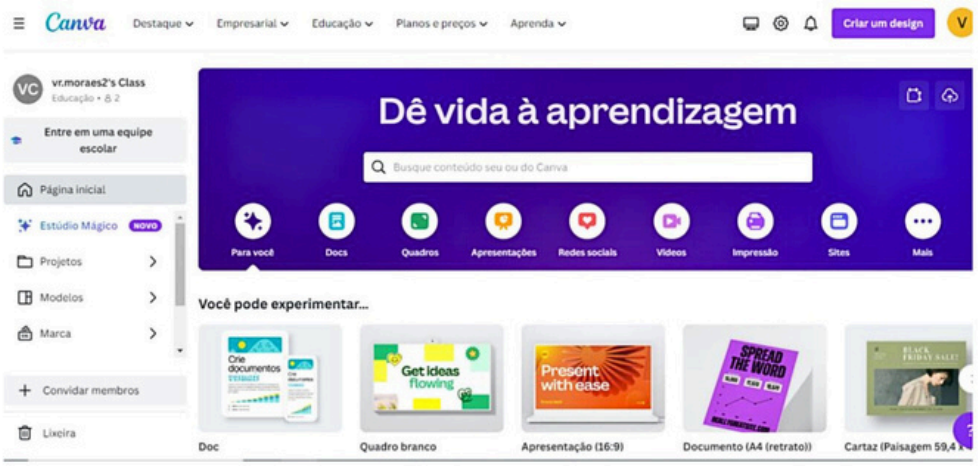
Fonte: Adaptado de Ciência Interativa. Link- https://www.cienciainterativa.com.br/

Apresentação disponível em:

https://www.canva.com/design/DAFdQpiknF4/q1P6Z2mO6Fn8TE7URxeG1A/edit?utm_content=DAFdQpiknF4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

APÊNDICE D

Interface da plataforma Canva



Disponível em: https://www.canva.com/pt_br/login/?redirect=%2Fdesign%2FDAGDwryOXsI%2FdlqhToQwxheRMAvnWV9cRg%2Fedit

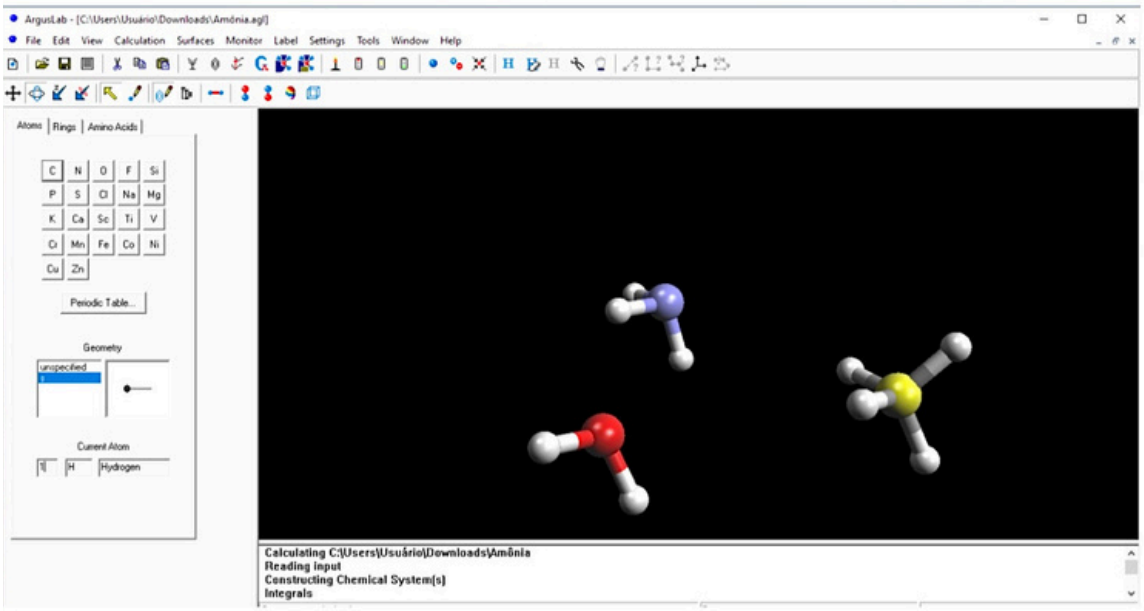
Interface da plataforma Padlet



Disponível em: https://padlet.com/auth/signup?referrer=https%3A%2F%2Fpadlet.com%2Fdashboard%2Frecents%3Fmobile_page%3DCollection

APÊNDICE E

Interface do Software ArgusLab



Disponível em: http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html

APÊNDICE F

Roteiro aula pratica "Formação de Coacervados"

Nome: Série:

Disciplina:

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

Formação de Coacervados

Formação de coacervados

Introdução

Sob determinadas condições, proteínas, hidratos de carbono e outros materiais em solução podem formar agregados irregulares delimitados por estruturas semelhantes a membranas. Estas estruturas possuem algumas das características das células vivas, sendo designadas coacervados.

Devido a estas características, é possível que estas estruturas representem estados intermédios na formação das primeiras células vivas na Terra.

Nesta atividade, serão produzidos coacervados, estudadas as condições propícias à sua formação e observar algumas das suas características semelhantes a seres vivos.



Roteiro aula pratica "Formação de Coacervados"

Materiais

- Microscópio, lâminas e lamelas;
- Suporte para tubos de ensaio e tubos de ensaio;
- Conta-gotas;
- HCl 0,1M;
- Papel indicador de pH;
- Copo de 100ml;
- Mistura de gelatina e goma arábica (5 partes de gelatina 1% e 3 partes de goma arábica 1%).

Procedimento

•Transferir um pouco da mistura de gelatina e goma arábica para um tubo de ensaio até metade do seu volume. Anotar o aspecto da mistura. Transferir uma gota da mistura para papel indicador de pH e anotar o valor.

•Adicionar uma gota de HCl com um conta-gotas. Homogeneizar bem por inversão. Anotar o aspecto da mistura. Continuar a adicionar o ácido, gota a gota, até a mistura ficar com um aspecto turvo.

•Transferir uma gota para papel indicador de pH e anotar o respectivo valor. Transferir outra gota para uma lâmina de microscopia e cobrir com uma lamela. Observar ao microscópio óptico, começando pela objetiva de menor ampliação. Identificar coacervados e desenhar alguns exemplares na tabela 01.

•Adicionar novamente, gota a gota, o ácido à mistura, homogeneizar, e observar o desaparecimento de turvação após a adição de cada gota. Quando isso acontecer, transferir uma gota da mistura para papel indicador de pH e anotar o respectivo valor.

.

Roteiro aula pratica "Formação de Coacervados"

Questões para discussão

1) De que modo os materiais usados na experiência poderão ser comparados com os materiais presentes nos oceanos primitivos?

2) Em que intervalo de valores de pH se formaram coacervados?

Referências

BRAGA, R. O. Protocolos das aulas práticas. Mestrado em Supervisão Pedagógica do Ensino das Ciências. Universidade do Minho. Escola de Ciências.2006.

Evolution & the Nature of Science Institutes, USA (www.indiana.edu/~ensiweb)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A História da Ciência permitiu aos estudantes expandirem seus conhecimentos conceituais sobre a teoria de Oparin e Haldane, além de outras teorias sobre a Origem da vida, com base na Química pré-biótica. A partir da História da Ciência foi possível aprofundar o tema de forma contextualizada. Foram abordadas os principais estudiosos que influenciaram a teoria de Oparin sobre a Origem da vida, desde importantes bioquímicos da antiga União Soviética até estudiosos da Biologia, como Charles Darwin. É importante, como futuros professores que os discentes tenham acesso, de forma mais completa e interdisciplinar aos aspectos teóricos sobre Origem da vida, para que possam utilizar esses conhecimentos durante sua atuação profissional em sala de aula.

No Estudo Dirigido, também foram apresentados algumas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, como a plataforma de criação *Canva,* ferramenta digital que mostrou pontos positivos. Ao utilizarem a ferramenta*, os* discentes atuaram como protagonistas e vivenciaram momentos de estudos, atuando como sujeitos ativos no processo de aprendizagem. A ferramenta *Padlet* permitiu o compartilhamento das atividades finais produzidas pelos estudantes, bem como a interação. O uso do software *Arguslab* permitiu a visualização tridimensional das estruturas moleculares de nível microscópico. A utilização pedagógica do software contribuiu para a visualização dos modelos moleculares, mencionados na teoria de Oparin e Haldane.

As atividades realizadas utilizando as tecnologias digitais surgem como um recurso educacional, que de forma planejada pode tornar a aprendizagem, ativa, integrativa e reflexiva. Com o uso das TDIC, esperamos que os estudantes tenham não somente um aumento de seu conhecimento conceitual da Química pré-biótica, mas que também experimente um incremento de suas capacidades de visualização, habilidades tão necessárias à aprendizagem em Química.

A atividade experimental mostrou-se de grande importância, 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 confirmar suas ideias ou então reestruturá-las. A experimentação se mostrou como uma forma de melhorar a compreensão dos alunos sobre os fenômenos, que muitas quando apresentados em uma aula convencional, não surtiriam o mesmo efeito.

As atividades desenvolvidas por meio do Estudo Dirigido, com o direcionamento de leituras de textos científicos, rodas de conversas, aulas práticas e o uso das TDIC, é uma alternativa pedagógica para nortear a abordagem sobre o tema Origem da vida na perspectiva da História da Ciência. O Estudo Dirigido contribuiu para ampliar os conceitos científicos referentes ao tema, com base na Química pré-biótica. Abordar a Origem da vida, de forma a destacar os principais métodos empregados em cada momento histórico, com a utilização de recursos educacionais direcionados, propiciou um aprofundamento do tema, colaborando para um aprendizado enriquecedor.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.

BIZZO, N; CHASSOT, A. **Ensino de Ciências**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus Editorial, 2013, p.190.

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

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. 90f. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

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

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. **Quimíca 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.

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.

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. 1 ed. 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.

MENDES, C. C. A. **As estrelas, uma viagem pela estrutura do átomo**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.

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.

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.

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.

SEFTON, A. P; GALINI, M. E. **Metodologias Ativas**: desenvolvendo aulas ativas para uma aprendizagem significativa. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022, p. 152.

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.