

## ENSINO DE QUÍMICA E ORIGEM DA VIDA: POSSIBILIDADES A PARTIR DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TDIC

TEACHING CHEMISTRY AND ORIGIN OF LIFE: POSSIBILITIES FROM INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGY – ICT

ENSEÑANZA DE QUÍMICA Y ORIGEN DE LA VIDA: POSIBILIDADES DESDE LAS  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN – TIC

Verônica Rodrigues de Moraes<sup>1</sup>  
Rudolph dos Santos Gomes Pereira<sup>2</sup>

**Manuscrito recebido em:** 31 de março de 2023.

**Aprovado em:** 30 de abril de 2023.

**Publicado em:** 08 de junho de 2023.

### Resumo

O presente artigo apresenta o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC no desenvolvimento do tema Origem da Vida no Ensino de Química, com utilização da História da Ciência, na perspectiva da Alfabetização Científica. As tecnologias digitais 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. A Alfabetização Científica busca ampliar a visão de mundo dos estudantes a partir das discussões sobre o contexto histórico dos experimentos realizados pelos cientistas. O problema se demonstra na seguinte questão: De que modo o conteúdo Origem da Vida pode ser ensinado com o auxílio das TDIC e da Alfabetização Científica? Este texto apresenta o relato de experiência da aplicação de um Produto Educacional, formatado em Estudo Dirigido, envolvendo a leitura de textos científicos, rodas de conversa e uso das TDIC, em especial da plataforma *Canva*, do *software ArgusLab* e da ferramenta *Padlet*. Almeja-se que este trabalho proporcione aos professores de Química uma opção para o ensino sobre a Origem da Vida.

**Palavras-chave:** Origem da vida; Ensino de Química; TDIC.

### Abstract

This article aims to contribute to the development of the Origin of Life theme in Chemistry Teaching, through the use of Information and Communication Technologies – ICT, using the History of Science, from the perspective of Scientific Literacy. Digital technologies have transformed traditional education practices, revising the school's role as a social environment and promoting innovations that have changed students' ways of interpreting. Scientific Literacy seeks to broaden the students' worldview based on discussions about the historical context of the experiments

---

<sup>1</sup> Mestranda em Ensino pela Universidade Estadual do Norte do Paraná. Especialista em Ensino de Química pela Universidade Federal do ABC. Professora na Rede Estadual e Privada de Ensino do Paraná.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9314-4518> Contato: [vr.moraes2@gmail.com](mailto:vr.moraes2@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente no Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná. Doutor em Educação pela Universidade Estadual Paulista.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0504-7329> Contato: [rudolph\\_matematica@hotmail.com](mailto:rudolph_matematica@hotmail.com)

carried out by the scientists. The problem is demonstrated in the following question: How can the Origin of Life content be taught, with the help of ICT and Scientific Literacy? This text presents the experience report of the application of an Educational Product, formatted as a Directed Study, involving the reading of scientific texts, conversation circles and the use of ICT, in particular the *Canva platform* and the *ArgusLab software*. It is hoped that this work will provide Chemistry teachers with an option for teaching about the Origin of Life.

**Keywords:** Origin of Life; Chemistry teaching; ICT.

### **Resumen**

Este artículo tiene como objetivo contribuir al desarrollo del tema Origen de la Vida en la Enseñanza de la Química, a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC, utilizando la Historia de la Ciencia, en la perspectiva de la Alfabetización Científica. Las tecnologías digitales han transformado las prácticas educativas tradicionales, revisando el papel de la escuela como entorno social y promoviendo innovaciones que han cambiado las formas de interpretar de los alumnos. La Alfabetización Científica busca ampliar la cosmovisión de los estudiantes a partir de discusiones sobre el contexto histórico de los experimentos realizados por los científicos. El problema se demuestra en la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede enseñar el contenido del Origen de la Vida, con la ayuda de las TIC y la Alfabetización Científica? Este texto presenta un relato de experiencia de la aplicación de un Producto Educativo, en formato de Estudio Dirigido, involucrando la lectura de textos científicos, círculos de conversación y el uso de TIC, en particular la plataforma *Canva* y el software *ArgusLab*. Se espera que este trabajo brinde a los profesores de Química una opción para la enseñanza sobre el Origen de la Vida.

**Palabras clave:** Origen de la vida; enseñanza de la química; TIC.

### **Introdução**

O Ensino de Ciências é caracterizado por conteúdos abstratos e de difícil visualização e compreensão por parte dos alunos. Na maioria das escolas ocorre maior ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a construção do conhecimento científico, de forma a não vincular o conhecimento químico com o cotidiano. Essa prática tem influenciado negativamente a aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a natureza e a sua própria vida.

Os jovens que cursam o Ensino Médio 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

(LEITE; LEÃO, 2015). São muitas as ferramentas tecnológicas, como aplicativos para diversos sistemas operacionais, que possuem funcionalidades e facilidades direcionadas aos professores e alunos e podem ser utilizadas em aula, com o intuito de promover uma aprendizagem transformadora. Gasparin (2012) afirma que o professor tem o papel de mediador e deve estabelecer a conexão entre os conceitos que os alunos conhecem e vivenciam em seu entorno com os conceitos científicos. 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.

A Ciência pode ser considerada como uma linguagem construída por homens e mulheres para elucidar os fenômenos do mundo natural. Assim, o aluno deve ser alfabetizado cientificamente para saber ler e interpretar de forma crítica o ambiente a sua volta (CHASSOT, 2003). Dessa maneira, torna-se necessário abordar os conteúdos de forma contextualizada, ou seja, ensinar os conceitos das Ciências os ligando à vivência dos alunos, promovendo, conseqüentemente, uma educação que possibilite a apropriação de conhecimentos e a ressignificação de suas leituras de mundo. A alfabetização científica auxilia para que os alunos e alunas, entendam a Ciência a fim de melhor compreender as manifestações do universo.

Assim, é preciso 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. “Aprender Química é também apreender sobre a natureza dessa ciência, seus processos de investigação e seus métodos” (MACHADO; MORTIMER, 2007, p. 27).

A HC constituiu-se como disciplina acadêmica em 1945, conjuntamente com a expansão da Ciência e Tecnologia. “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). 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 contribui significativamente para a Alfabetização Científica, 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.

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, atraindo 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. 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 devem reproduzir ambientes que um dia existiram.

As dificuldades referentes ao trabalho com o tema origem da vida e dos seres vivos, nas salas de aulas, devem-se em grande parte à coexistência de diferentes explicações para o fenômeno. 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 do ensino. 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 refutam 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 temas em processo de discussão científica.

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 do desenvolvimento científico podem servir de modelo para a aprendizagem em si. Dessa forma, uma metodologia que pode auxiliar o desenvolvimento dos alunos é o Estudo Dirigido, pois permite que o estudante seja exposto a construção do conhecimento científico de um referido tema de interesse e que pense os resultados de experimentos históricos com criticidade, para melhor interpretar o desenvolvimento dos diferentes pensamentos na ciência. Libâneo (2013), afirma que o Estudo Dirigido possibilita ao educando expandir sua criatividade em sala de aula, como forma de promover os conhecimentos sistematizados e contribuir para o seu desenvolvimento intelectual, de forma útil para as atividades de estudo e para a vida prática. Cabe ressaltar que os professores têm o papel fundamental de planejar, mediar e controlar o processo de ensino a fim de estimular e suscitar a autonomia dos estudantes, para a aprendizagem.

Nessa perspectiva, o problema desta pesquisa se apresenta na seguinte questão: De que modo o conteúdo Origem da Vida pode ser ensinado, com o auxílio das TDIC, para uma Alfabetização Científica? Discutimos a questão a partir da experiência da aplicação de Produto Educacional, formatado em Estudo Dirigido, envolvendo a leitura de textos científicos, rodas de conversa e uso das TDIC. Neste contexto, o Estudo Dirigido sobre o tema Origem da Vida é formulado como uma proposta interdisciplinar atrelada ao Ensino de Biologia e ao Ensino de Química. Buscamos ampliar a visão dos acadêmicos em relação ao contexto histórico dos experimentos realizados pelos cientistas e aos diferentes pensamentos científicos que os fundamentaram. Para tanto, destacamos a utilização da plataforma *Canva* e do *software ArgusLab*.

### **Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino de Química**

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. 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. 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; AIRES; CLEOPHAS, 2020).

As tecnologias digitais, não apenas passaram a fazer parte, de maneira quase onipresente, do espaço escolar ou das residências, como também os *smartphones*, celulares e *notebooks* 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 seria 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 alfabetização deixa de ser linear se tornando uma alfabetização 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)

Mesmo com o aumento das possibilidades de armazenamento da informação, o acesso universal à informação não ocorre, devido às inúmeras limitações: custo do processo de digitalização; insuficiência de navegadores; dificuldade de acessar a informação, seja pela indisponibilidade da tecnologia para o seu acesso, limitações locais, carência de recursos, disponibilidade de tempo e até mesmo a própria cultura tradicional da escola. 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).

Os professores de Química, em sua prática diária, ainda utilizam quase exclusivamente os métodos tradicionais de ensino. Uma das formas 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.

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, Arroio e Rezende (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. 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; ARROIO; REZENDE, 2011).

Possui relevância o uso de ambientes de Realidade Virtual (RV). A utilização desses recursos permite que se tenha uma visualização em três dimensões, de diversos conceitos e modelos da Química. A RV constitui um rico campo em relação à sua aplicabilidade no ensino de Química, podendo ser utilizada para inovar práticas pedagógicas que apresentem alto grau de abstração (GRANDO; AIRES; CLEOPHAS, 2020). 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, de acordo com o experimento de Miller, o uso do *software* chamado *ArgusLab*<sup>3</sup> pode facilitar a visualização dos compostos orgânicos, que seriam necessários para a formação dos primeiros seres vivos. Batista, Marinho e Marinho (2017), comentam que o *ArgusLab* é um *software* avançado, que permite realizar modelagem molecular, indicado, a princípio, para uso em laboratórios de pesquisa, para estudantes universitários e para trabalhadores da área farmacêutica. O uso desse *software* para o ensino é voltado para desenho de estruturas químicas, como por exemplo, moléculas. Além de configurações moleculares mais complexas como as cadeias helicoidais de aminoácidos, proteínas, etc. O *ArgusLab* é distribuído livremente para plataformas *Windows*. O uso pelos estudantes permite que estes familiarizem-se 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; MARINHO; MARINHO, 2017).

---

<sup>3</sup> Link: <http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html>

De acordo com Machado (2016), o emprego de *softwares* permite a simulação e a demonstração das variáveis envolvidas nos fenômenos químicos, por meio da análise de arranjos geométricos, ligações químicas, atomística, processos físico-químicos, química orgânica, entre outros. 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).

Uma 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*<sup>4</sup>, 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. Assim, 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.

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

---

<sup>4</sup> Link: [https://www.canva.com/pt\\_br/](https://www.canva.com/pt_br/)

a sua criatividade na construção de *designers* personalizados, proporciona 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.

### O conteúdo Origem da Vida

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, Platão, Demócrito, São Tomás de Aquino, Paracelso, Goethe, Copérnico, Galileu, 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, que adicionou porções separadas de carne fresca de cobra em duas caixas, 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 nas caixas abertas e nas caixas fechadas com o pano, a carne ficou protegida das moscas e por isto não foram observadas as larvas. Os resultados desse experimento refutaram a teoria da abiogênese, nesse caso específico, mas não desencorajou alguns de seus persistentes defensores (ZAIA, 2003).

Tal dilema caiu por terra com os clássicos experimentos realizados por Louis Pasteur, e posteriormente por John Tyndall, sendo que o último demonstrou 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 teoria da geração espontânea. A partir destes experimentos, a abiogênese foi totalmente abandonada pelos cientistas.

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. Darwin foi o primeiro cientista a propor que a vida poderia ter surgido, através do aumento da complexidade das substâncias formadas através de reações químicas, da matéria inanimada. O bioquímico russo Alexander Ivanovich Oparin, 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, em 1929, propôs um esquema semelhante sobre a origem da vida na Terra. Atualmente, esta proposta é conhecida como hipótese de Oparin-Haldane.

Resumidamente, a hipótese de Oparin-Haldane, afirma que moléculas mais simples presentes em uma atmosfera primitiva reagiam entre si (por exemplo metano, amônia, hidrogênio) formando biomoléculas (aminoácidos, açúcares, lipídios, purinas, etc.). Este processo 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. 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).

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 ( $\text{NH}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), formaldeído ( $\text{HCHO}$ ), vapor d'água e ácido cianídrico ( $\text{HCN}$ ), propondo uma atmosfera que poderiam ser ora redutoras ou mais oxidantes, de acordo com a intensidade de radiação ultravioleta proveniente do sol (MURTA; 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 ( $\text{CO}_2$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) na atmosfera, e reduzindo a concentração de metano ( $\text{CH}_4$ ). O gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), 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, 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, 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. A ideia básica do compartimentalismo é que conchas primitivas tenham encapsulado alguns catalisadores peptídicos simples e outras moléculas e tenha se iniciado um metabolismo primitivo protocelular (LUISI, 2013). Ainda de acordo com Luisi (2013), o princípio da compartimentalização relaciona a formação da vida com a formação de sequências específicas de macromoléculas por meio de reações químicas.

A descrição da origem da vida com base nas reações químicas primitivas está relacionada ao experimento realizado em 1953, pelo cientista Stanley Miller. Ele 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) na Universidade de Chicago deu origem ao que hoje chamamos de Química pré-biótica. A Química pré-biótica 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. Esta forma de estudar o problema da origem da vida é campo para químicos e geólogos que estudam a origem 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,  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, ácido aspártico e  $\alpha$ -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 ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ), mas sim, *mais ou menos* redutora ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) 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 (LUIZI, 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. 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 auto replicação enquanto mecanismo básico para inícios de processos de evolução molecular (LUIZI, 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 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 essa teoria, 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. 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 (LUIZI, 2013).

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; LOPES, 2005, p. 27)

Assim, “o reconhecimento dos limites de cada teoria, de cada modelo, de cada avanço é fundamental para se 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.

### **A metodologia do Produto Educacional**

Em função dos entrelaces entre as áreas de Ensino de Biologia e de Ensino de Química nas teorias sobre a Química Pré-biótica, em especial na teoria de Oparin e Haldane e nos experimentos de Miller, este trabalho surge com uma proposta interdisciplinar.

A compreensão da interdisciplinaridade que defendemos assume possibilidades de conexão/comunicação/interação entre saberes/conhecimentos/métodos/pessoas o que é possível por meio de reciprocidade/mutualidade/dialogicidade, convergindo para a indicação de soluções de determinados problemas científicos e/ou sociais. (RAMOS; FERREIRA, 2018, p. 117)

A interdisciplinaridade conduzida pelo Estudo Dirigido não se resume a reprodução de conhecimentos e habilidades, restringindo-se à exposição verbal, demonstração, ilustração ou exemplificação, que são formas didáticas do método expositivo. O Estudo Dirigido pode auxiliar o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades, ajudando o estudante no processo de construção do conhecimento, por meio de um roteiro ou guia de estudos, com problemas significativos que mobilizem seus pensamentos, contribuindo para o aperfeiçoamento do aprendizado (LIBÂNEO, 2013). Esta metodologia relaciona-se com a realização de questões que os alunos possam resolver criativamente, de modo que assimilem o processo de busca de soluções de problemas. O Estudo Dirigido consiste de uma tarefa, cuja solução e resultados são desconhecidos para o aluno, mas dispendo de conhecimentos e habilidades já assimilados, eles podem buscar a sua solução. A investigação e solução de problemas devem seguir algumas etapas: colocação do problema; coleta de dados e informações; identificação de possíveis soluções e escolha das viáveis, em face das condições existentes.

Na proposta do Estudo Dirigido, o professor deve deixar claro os objetivos e os resultados esperados, as atividades devem corresponder aos conteúdos trabalhados, deve também adequar o tempo disponível para cada aula ou sessão de estudo, ter os recursos disponíveis às mãos (livros, TDIC, internet, ilustrações, artigos, atlas, etc.) e os resultados obtidos no trabalho dos alunos devem ser compartilhados com a classe (LIBÂNEO, 2013, p. 183). Neste contexto, cabe ao docente a organização e o planejamento do Estudo Dirigido, incentivando os alunos para o estudo; deve, também, explicar a matéria, orientar sobre os procedimentos para resolver tarefas e problemas, focalizando o processo de ensino na aprendizagem ativa do aluno.

Um contraponto está na ideia de que um ensino estruturado e dirigido pelo docente não condiz com uma intenção de autonomia do aluno, como sujeito ativo da aprendizagem. Quando dizemos que o processo de ensino consiste, ao mesmo tempo, na condução do estudo e na autonomia do aluno, estamos frente a uma contradição. Mas é uma contradição que pode ser superada didaticamente, pois o ensino não ignora as exigências da autonomia do aluno na aprendizagem. Dessa forma, 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. Assim, o Estudo Dirigido pode possibilitar a ativação e o direcionamento das forças

intelectuais, ou seja, uma forma para avançar na compreensão e assimilação da matéria, por meio da constante verificação e avaliação do progresso alcançado (LIBÂNEO, 2013, p. 101).

De acordo com Silva (2014), o Estudo Dirigido pode auxiliar a contextualização do assunto para o educando. Pode estimular à participação e 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 replanejar as atividades de acordo com a realidade dos alunos e suas necessidades conceituais, à medida que o material seja aplicado, e de acordo com as respostas observadas, os conteúdos devem ser aprimorados no intuito de minimizar as dificuldades identificadas (SILVA, 2014).

Tal metodologia, aliada ao uso das TDIC pode ser usada para a temática da Origem da vida, pois visa ampliar o entendimento dos licenciandos sobre o contexto histórico dos experimentos que fundamentam diferentes pensamentos científicos, de forma investigativa e por meio de textos e questionamentos que os trazem como protagonistas no processo de ensino e de aprendizagem. O intuito é ampliar o conhecimento sobre a origem da vida, do ponto de vista da Química pré-biótica, por meio de uma abordagem com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

O Estudo Dirigido aplicado consistiu na oferta de um curso de extensão aos alunos do curso de Licenciatura em Química de uma unidade do Instituto Federal, tendo as inscrições *on-line*, via *Google Forms*. As atividades foram desenvolvidas em cinco encontros no período vespertino, do mês de outubro e novembro de 2022, das 17h30 às 19h30. Cada encontro teve duração de duas horas-aula, com total de 10 horas-aula e foram contabilizadas mais 2 horas referentes às atividades assíncronas, que foram realizadas pelos acadêmicos, totalizando 12 horas-aula.

Os dados coletados no decorrer do Curso de Extensão, ofertado no formato de Estudo Dirigido, são as respostas a um questionário inicial e a um questionário final aos alunos, além das anotações em considerações às atividades realizadas durante os encontros. Os encontros foram gravados e transcritos para análise. Também foi criado um grupo de *Whatsapp* para comunicação e envio de atividades. O Questionário Inicial foi aplicado de forma impressa, no primeiro encontro e o questionário final foi realizado por meio do *Google Forms*.

A análise dos dados foi efetuada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), de acordo com a metodologia de Moraes (2003). O intuito desta metodologia é aprofundar a compreensão dos fenômenos investigados. De acordo com o autor, a análise textual pode ser descrita como um processo organizado de construção e de compreensão de um *corpus* textual, em que novos entendimentos emergem de um ciclo de operações que se inicia com a desmontagem dos textos da pesquisa, processo também denominado de *unitarização*; após esta etapa, estabelecemos as relações entre os fragmentos textuais, formando as categorias: crença no divino; relação com a ideia de célula e metabolismo; evolução química.

No primeiro encontro, foram apresentadas as propostas e objetivos do curso de extensão e recolhidos os Termos de Consentimento conforme as exigências do Comitê de Ética da Universidade em que é vinculada a pesquisa. Foi aplicado um questionário inicial com o intuito de verificar as percepções dos estudantes sobre o tema Origem da Vida. Foi apresentado um vídeo sobre a HC, que foi posteriormente discutido, por meio de uma roda de conversa, sobre as teorias sobre a Origem da Vida que os acadêmicos conheciam e as origens desses saberes. Ao final do encontro, foram enviados 5 artigos científicos sobre a Origem da Vida no grupo de *Whatsapp*. Os acadêmicos foram instruídos a fazer a leitura e levantar as principais informações para serem discutidas no encontro seguinte. Buscamos estimular a criatividade e autonomia dos acadêmicos, além de direcionar o conteúdo com a cientificidade adequada.

Ao final do primeiro encontro, os acadêmicos foram divididos em duplas, para que no último encontro fosse realizada uma apresentação final sobre as teorias da Química pré-biótica para o surgimento da vida. Os recursos tecnológicos necessários para as apresentações foram simulados durante os encontros. O trabalho em grupo, como neste caso em duplas, pode favorecer as discussões entre os alunos, de forma a compreenderem os conceitos estudados e debaterem suas opiniões com as dos colegas. O debate em grupo 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 sobre a pesquisa assíncrona das teorias para a Origem da Vida. Os acadêmicos comentaram brevemente suas opiniões sobre os pontos principais de cada artigo. Cabe

ressaltar que não foram todos os artigos lidos, mas o debate foi enriquecedor para estimular a criatividade e o interesse pelo tema. 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 seguir, realizamos 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.

Dando continuidade, durante o encontro foi verbalizada a importância da História das Ciências para a construção do pensamento científico, para a apresentação também foi utilizada a plataforma *Canva*. A necessidade da representatividade dos conceitos submicroscópicos da Química fomenta a utilização das novas tecnologias, como o uso da Realidade Virtual. Nesse contexto, no terceiro encontro foram apresentados alguns recursos da plataforma *Canva*, 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 extensão. A ferramenta *Padlet*<sup>5</sup> 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, ele permite a criação de quadros virtuais, permitindo 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 em favor da alfabetização científica.

---

<sup>5</sup> Link: <https://pt-br.padlet.com/>

No quarto encontro, os discentes foram direcionados para o laboratório de informática para a apresentação do *software ArgusLab*. Foram utilizados os computadores para a interação com os recursos do *software*, para construção de modelos 3D das moléculas orgânicas de metano ( $\text{CH}_4$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), vapor d' água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e hidrogênio ( $\text{H}_2$ ). Os acadêmicos foram orientados a salvar uma cópia de cada arquivo e enviar para o e-mail da professora responsável, e após, foram direcionados ao laboratório de Química, para terem uma aula prática sobre a Formação de coacervados.

No quinto e último encontro realizamos a apresentação final dos trabalhos. O intuito foi promover a divulgação científica do conteúdo Origem da Vida, utilizando os recursos tecnológicos apresentados no decorrer das aulas, com foco na HC e na Alfabetização Científica. Os dados finais foram coletados de forma assíncrona, por meio de um questionário *on-line* no *Google Forms*.

## Resultados e reflexões

Onze acadêmicos realizaram a inscrição, mas 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.

Faremos a seguir o relato da experiência, ou seja, a exposição da aplicação do Produto Técnico Tecnológico – Estudo Dirigido, para o conteúdo origem da vida no ensino de Química, com destaque para o terceiro e o quarto encontro, que tiveram a utilização da plataforma *Canva* e do *software ArgusLab*, respectivamente.

No primeiro encontro, realizamos uma breve apresentação, discorrendo sobre as atividades e objetivos dos encontros, e logo após, procedeu a entrega de um questionário inicial, no qual continha algumas 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 serão identificados com a sigla Ac1 para Acadêmico 1, e assim por diante.

Do questionário inicial, problematizamos, neste texto, as respostas de duas das questões. Sobre a concepção da origem da vida, observamos três categorias, a primeira refere-se às ideias que apresentam a crença de Deus como criador de tudo, ou seja, origem da vida pela criação divina, conforme relatado por Ac1, que definiu a palavra vida como um “milagre divino”. Nas palavras de Ac2 a vida seria “um turbilhão de acontecimentos que aconteceram por meio de um criador”. Já para a segunda categoria destacamos concepções que relacionam vida com a ideia de célula e metabolismo. De acordo com Ac3 a vida “surgiu por reações químicas, permitindo o metabolismo e a sobrevivência”, relaciona vida com o metabolismo, com uma estrutura de funcionamento. Ac4 afirma que “vida é qualquer organismo que seja formado por células”, enquanto Ac5 escreve ser a “energia dada pelo criador a todos seres vivos”. Por fim, para a terceira categoria, relacionada à evolução química, Ac6 relacionou a vida com as reações químicas que ocorrem nas células.

Outra questão abordou a relação da Química com a Origem da Vida, Ac1 fez referência aos estudos da Genética; Ac2 afirmou não saber; Ac3 afirmou que “tudo o que existe vida tem alguma relação com a química, sejam reações ou transformações químicas”; Ac4 disse que a Química enquanto Ciência estuda a matéria e as transformações que geraram a vida; Ac5 afirma 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”; Ac6 trouxe que “para que a vida exista é necessário que ocorram reações químicas com diversos elementos que tiveram início com partículas atômicas existentes no início da vida na Terra”.

No segundo encontro, ao abordar a HC, procuramos relatar sobre o que era Ciência e como ocorreu o seu desenvolvimento. 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. Dessa forma, Agostinho estabeleceu a plena correspondência da teoria da geração espontânea com os dogmas da Igreja Cristã, onde até hoje sustenta que os seres vivos surgiram, e surgem, por geração espontânea, conforme ato de criação divina. A visão que a Igreja tem da alma, como *sopro divino* para originar a vida, é uma visão aristotélica relacionada à abiogênese (uma força vital dá origem ao ser inanimado) (OPARIN, 1956). Também foi abordado no decorrer do encontro, os principais cientistas e seus experimentos, que contribuíram para desbancar a abiogênese, conforme exposto no tópico de apresentação do conteúdo.

Nossa intenção foi de introduzir teorias voltadas para a Química Pré-biótica, uma vez que seu público são alunos do curso de Química e futuros professores, que não possuem um aprofundamento deste conhecimento na graduação, e tampouco o assunto é sistematicamente tratado em disciplinas com as quais ele seria compatível, como no caso da disciplina de Bioquímica. Ao final do segundo encontro, foi enviado pelo *Whatsapp* 5 artigos científicos para que os estudantes pudessem realizar a leitura e auxiliar nos estudos para a apresentação final.

No terceiro encontro, encaminhamos os acadêmicos para o laboratório de informática, para apresentar 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 *Canva* 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*. Auxiliamos para que conseguissem prosseguir com as atividades. Apresentamos 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.

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, com 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. 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 um maior envolvimento será mais produtivo o processo de construção do conhecimento.

Os alunos de hoje nascem e crescem cercados por TDIC, que mudam não apenas a sua interação com o mundo, mas altera também a sua forma de aprender e obter informações e o uso da ferramenta *Canva* pode ser uma estratégia de ensino, que mobiliza a curiosidade e o interesse dos estudantes. Esperamos que os acadêmicos possam usar o aprendizado para elaborar futuras aulas e trabalhar de forma mais dinâmica 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 *Canva* permite sair da rotina e gerar apresentações mais dinâmicas.

A possibilidade de visualizar modelos foi apontada em diversas falas como uma potencialidade do *Canva*, demonstrando a importância de ferramentas que levem os estudantes a observarem modelos abstratos.

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 se formar “tecnologicamente” os professores, para que eles possam trabalhar com a tecnologia dentro do campo educacional, visando estimular os discentes, além de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o significativo, numa construção colaborativa e coletiva do conhecimento.

No quarto encontro, realizamos 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 Química. O intuito foi apresentar a geometria molecular das moléculas presentes na atmosfera primitiva, de acordo com os modelos de Oparin e Haldane (hidrogênio, metano, amônia e vapor d'água). Algumas cadeias de aminoácidos que formam as proteínas também foram apresentadas. Fizemos uma apresentação das principais funcionalidades do *software* e os recursos necessários para montar as moléculas 3D.

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, medir as distâncias de ligação, os ângulos de ligação, 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. Neste contexto, foram apresentadas as moléculas e foi pedido para que os acadêmicos montassem cada uma de suas estruturas, salvassem o arquivo no computador para ser enviado para o e-mail da professora. Vale ressaltar que o *software* foi instalado e testado anteriormente.

Raupp, Serrano e Martins (2008) comentam que melhorar a compreensão dos alunos de conceitos de Química tem sido um dos principais objetivos dos pesquisadores em Ensino de Química. Neste contexto, com desenvolvimento de *softwares*, *hardwares* e equipamentos de informática acessíveis, a Química Computacional é uma área promissora. Essas ferramentas podem facilitar a compreensão dos estudantes, com o uso de representações computacionais tridimensionais. De acordo com os autores, o desenvolvimento e uso de *softwares* em sala de aula auxilia a resolução de problemas químicos, e 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. Neste contexto, 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. O programa permite desenhar moléculas complicadas, realizar configurações de proteínas, obter cadeias helicoidais de aminoácidos, de hélice alfa, etc (RAUPP; SERRANO; MARTINS, 2008). Os autores comentam que o computador pode ser utilizado como ferramenta para se adquirir uma *linguagem química*, que se revela potencialmente poderosa para que o estudante seja capaz de resolver situações-problemas, e além do impacto no aprendizado de conceitos e representações químicas para a preparação do estudante como um futuro profissional onde a Química Computacional estará cada vez mais presente (RAUPP; SERRANO; MARTINS, 2008).

Cabe ressaltar, conforme comentado por Grando, Aires e Cleophas (2020), que ao utilizar a *visualização* de dimensões não possíveis ou abstratas – como o caso específico da RV – é necessário a mediação pedagógica. Assim, é crucial que o professor que deseja utilizar recursos com caráter mais gráfico, com visualizadores e representadores de realidades, separe um momento anterior à aplicação para reflexões acerca da natureza da prática em questão. 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.

No decorrer da atividade, alguns alunos apresentaram uma maior dificuldade para utilizar a interface do *software*. No entanto, os demais colegas foram muito prestativos e colaborativos, auxiliando quem precisava. 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.

Os alunos enfatizaram a importância da visualização das moléculas 3D, relacionando principalmente com o estudo da Química Orgânica. Notamos 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.

Batista, Marinho e Marinho (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. Concluíram que o uso do *software ArgusLab* 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, Arroio e Rezende (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 visam 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. Dessa forma, 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 realizar uma atividade prática. Como mencionado, destacamos neste artigo, a utilização do *Canva*, *ArgusLab* e *Padlet*.

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*.

As apresentações foram realizadas em duplas, apenas uma foi realizada por um acadêmico somente. 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. De acordo com esta teoria, a concentração de componentes orgânicos seriam absorvidos por uma superfície mineral. Ac4 aprofundou o conteúdo ao apresentar e explicar de forma breve a síntese de Strecker, 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 estudam 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).

O Ac6 e 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 por 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, 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*, que também havia sido apresentada aos alunos no terceiro encontro. Nesse sentido, Zompero e Laburu (2016) afirmam que a comunicação dos estudos para os colegas de classe é uma etapa diferencial 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 de algumas dificuldades por parte de alguns acadêmicos, ao se reunirem para discutir a apresentação final, as duplas compartilharam suas respostas e debateram ainda mais o tema sugerido na estratégia didática.

A associação de uma sequência didática com o uso das TDIC, experimentação e a apresentação das atividades pelos alunos, pode ser uma forma de contribuir com o ensino e aprendizagem, bem como de promover a autonomia e protagonismo do estudante. A preparação de uma apresentação sobre um determinado tema exige dos estudantes 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 para a verificação de suas concepções após o Estudo Dirigido. Destacamos para este texto três questões.

A primeira pergunta questiona se o curso de extensão modificou de alguma forma a visão do acadêmico sobre a 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.

Percebemos que o curso de extensão permitiu ampliar a visão dos estudantes quanto ao tema Origem da Vida, principalmente do ponto de vista da Química. 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 se referiu novamente à teoria da origem da vida que os acadêmicos mais acreditam e porquê. O intuito foi verificar se houve uma mudança de pensamento. Duas categorias foram formadas, uma relacionada aos acadêmicos que reforçaram suas crenças no criacionismo, no entanto, admitiram a importância de conhecer outras teorias, principalmente com embasamento da ciência, e a segunda categoria, de acadêmicos que reafirmaram suas crenças com base científica, conforme evidenciado abaixo:

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 acreditasse 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.

Notamos que a influência da religião ainda domina a visão de alguns acadêmicos, se tornando um obstáculo epistemológico para a compreensão sobre a temática Origem da Vida, relacionado ao senso comum, adquirido com as experiências vividas e as generalizações, mesmo após o contato com as teorias científicas. No entanto, os mesmos reafirmam a importância de conhecerem teorias com base na Ciência. O tema 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 para o tema. Neste contexto, ao citar as teorias científicas, os acadêmicos transitaram seus conhecimentos anteriores com os novos conhecimentos.

Os demais estudantes conceberam a evolução química para origem da vida, ainda destacando a importância dos diversos experimentos sobre a origem da vida para a construção do conhecimento científico, com base na HC. 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 foi se o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) ajudou na aprendizagem do tema Origem da Vida. Todos os acadêmicos responderam que sim, conforme as respostas abaixo:

Ac.1: Sim, uma vez que é uma ferramenta de pesquisa.

Ac2: Sim.

Ac4: Sim. As TDIC utilizadas facilitaram a visualização de estruturas, o compartilhamento e a criação de conteúdos.

Ac5: Sim.

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 modelar 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.

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 dos estudantes 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 apresentar o material de uma maneira direcionada, sistemática e interessante, para que os objetivos de aprendizagem possam ser alcançados. O desenvolvimento dessa estratégia didática permitiu aos estudantes a compreensão de como se produz o conhecimento científico, estimulando o desenvolvimento da capacidade de reflexão diante dos problemas expostos, a busca por soluções e o incentivo ao trabalho em equipe. O Estudo Dirigido é uma alternativa pedagógica que pode nortear o desenvolvimento do conteúdo Origem da Vida, frente a dificuldade da abordagem em sala de aula.

## Considerações finais

O Produto Educacional, formatado em Estudo Dirigido, com a utilização das TDIC, de fontes de pesquisa confiáveis e da experimentação, por meio de uma aula prática planejada, facilitou a compreensão da produção do conhecimento em Química, em relação ao tema Origem da Vida. Os experimentos realizados pelos acadêmicos, buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, foram importantes na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos estudantes a oportunidade de confirmar suas ideias ou então reestruturá-las. De forma geral, os acadêmicos conseguiram acompanhar e realizar as atividades sugeridas, no entanto, uma pequena porcentagem teve mais dificuldade em utilizar as tecnologias e realizar o experimento. Apreendemos que o Estudo Dirigido é importante para contribuir na compreensão de fenômenos e conceitos químicos relacionados à Química pré-biótica.

Apesar de algumas dificuldades iniciais, os estudantes ficaram satisfeitos com o uso da plataforma *Canva*. A intenção foi permitir a montagem de um *designer* gráfico autoral, onde os discentes puderam explorar as potencialidades da ferramenta e aflorar a sua criatividade. O uso do *ArgusLab*, ao permitir visualizar moléculas tridimensionalmente, diminuiu a abstração do mundo quântico por parte dos alunos. Foi possível relacionar a estrutura das moléculas com as suas atividades biológicas, fomentando assim, a formação mais ampla e interdisciplinar, abrangendo não somente aspectos químicos, mas bioquímicos.

O Ensino da Química deve ser um facilitador da leitura do mundo. Ensinamos Química para permitir que o cidadão possa interagir e compreender melhor o ambiente em que está inserido. Dessa forma, é necessário que futuros professores de Química tenham acesso, de forma mais abrangente às TDIC, para auxílio da produção do conhecimento científico em sala de aula.

## 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.

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. Disponível em: <<https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/639>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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

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

FERREIRA, C; ARROIO, A; REZENDE, D. B. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. **Química Nova**, v.34, n.9, p.1661-1665, 2011. Disponível em: <[https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=4555](https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4555)>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2012.

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. Disponível em: <<http://www.artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1824>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Contribuição da Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.8, n.4, p.288-315, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2790/2531>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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

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

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L. B., MALDANER, O. A. (Orgs.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica do Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no Ensino de Química. **Química nova na escola**, v.38, n.2, p.104-111, 2016. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_2/03-QS-76-14.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/03-QS-76-14.pdf)>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.191-211, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHYkhL5pM5tXzdj/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Química nova na escola**, v.39, n.1, p.12-18, 2017. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_1/04-EQM-17-16.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/04-EQM-17-16.pdf)>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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

MURTA, M. M; LOPES, F. A. Química pré-biótica: sobre a Origem das Moléculas Orgânicas na Terra. **Química Nova na Escola**, n.22, 2005. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a05.pdf>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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

PORTO, P. R. A.; FALCÃO, E. B. M. Teorias da origem e evolução da vida: Dilemas e desafios no ensino médio. **Revista Ensaio**, v.12, n.3, p.13-30, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/34763>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

RAMOS, L. O. L; FERREIRA, R. A. Concepções de interdisciplinaridade na Educação Superior: uma análise dos projetos pedagógicos dos cursos de bacharelado interdisciplinar da UFBA. **Cenas Educacionais**, v.1, n.2, p.105-131, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/cenaseducacionais/article/view/5681>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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.

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. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10982>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

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**. 184f. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

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

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. Disponível em: <<http://www.uel.br/laboratorios/lqp/pages/arquivos/Artigos%20PDF/semina-2004.pdf>>. Acesso em: 30 de mar de 2023.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V. Algumas controvérsias sobre a origem da vida. **Química Nova**, 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.