



Curso Superior de Licenciatura em Biologia

BEATRIZ ROMEIRO FERREIRA ARAÚJO BENÍCIO

A FLORESTA DOS VÍRUS: revisão genética e divulgação científica

Planaltina - DF

2025

BEATRIZ ROMEIRO FERREIRA ARAÚJO BENÍCIO

A FLORESTA DOS VÍRUS: revisão genética e divulgação científica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito para obtenção de título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Susana Suely Rodrigues Milhomem da Paixão.

Planaltina - DF

2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo ao suporte inquestionável da minha família, em especial aos meus avós, Maria Rita e Antônio Carlos. Sem vocês, eu não teria chegado nem à metade dos lugares que alcancei. Obrigada por estarem sempre presentes, por acreditarem em mim e por me sustentarem com tanto amor. E a minha mãe, não esqueça da sua importância para eu estar aqui.

Preciso também agradecer a mim mesma. Foram cinco anos de graduação, e em nenhum momento eu desisti. É muito louco pensar nas mudanças que ocorreram e me trouxeram até aqui. Eu me orgulho de ter persistido, mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço ao IFB, uma graduação que eu não esperava que pudesse ser tão graciosa. Nesse campus, me desenvolvi como pessoa, conheci pessoas que mudaram minha visão sobre a vida e sobre como eu gostaria de vivê-la. Foram cinco anos longos, cheios de altos e baixos, mas também de muitas alegrias.

Ao meu noivo, Carlos André, obrigada por aturar todo o pânico que vivemos neste último ano de TCC. Sua paciência e apoio foram fundamentais. Aos meus amigos, obrigada por estarem aqui, por me encontrarem ao longo desse caminho e por me manterem firme.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Susana, que me deu todo o suporte necessário, me ofereceu a abertura que eu precisava e me guiou no início da minha vida científica. Hoje eu me vejo dentro de um laboratório, e isso só foi possível graças à oportunidade que você me deu. Muito obrigada.

Por fim, deixo um beijo carinhoso aos meus bichos. Não posso esquecê-los, eles também fizeram parte dessa jornada.

RESUMO

O ensino de Genética e Virologia enfrenta desafios devido à complexidade conceitual e à predominância de métodos tradicionais, que dificultam a compreensão crítica dos alunos. Apesar da relevância desses conteúdos, eles são frequentemente tratados de forma superficial, sem conexão com descobertas recentes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda práticas que estimulem o pensamento crítico e a contextualização, mas a falta de recursos didáticos atualizados limita essa integração. Nesse cenário, a divulgação científica surge como estratégia essencial para aproximar o conhecimento acadêmico da sociedade. Dessa forma, o objetivo deste projeto foi desenvolver um *ebook* didático sobre genética viral, articulando conceitos de Genética e Virologia com linguagem acessível e rigor científico. A proposta buscou criar um material inovador que promovesse reflexões críticas sobre temas contemporâneos, como definição de vírus, diversidade genômica, papel evolutivo e implicações epistemológicas sobre o conceito de vida. O *ebook* é direcionado a estudantes do ensino médio e superior, professores e interessados na área. A metodologia adotou a análise textual de Moraes (2003), envolvendo desconstrução dos textos, estabelecimento de relações e síntese emergente. A pesquisa bibliográfica foi realizada em bases como Google Acadêmico, SciELO e Science. A construção do *ebook* incluiu planejamento da estrutura, definição de capítulos e redação fundamentada em referências científicas, além de uma entrevista semiestruturada com o pesquisador Francisco Prosdócim, referência em genômica e biologia teórica. O *ebook* “A Floresta dos Vírus” é composto por cinco capítulos e a entrevista. Cada capítulo foi estruturado a partir de perguntas norteadoras, promovendo problematização contínua e estimulando o pensamento crítico. O material aborda definições, características estruturais, diversidade genômica e hipóteses evolutivas, além de impactos evolutivos como retrovírus endógenos. A análise revelou lacunas nos livros didáticos, que ainda apresentam visão reducionista sobre vírus, enquanto estudos recentes destacam sua importância ecológica e evolutiva. O projeto cumpriu seu objetivo ao produzir um recurso didático inovador que divulga avanços científicos e promove reflexões sobre os limites e possibilidades da ciência, reforçando a importância da divulgação científica como prática pedagógica e evidenciando a necessidade de atualização constante dos materiais didáticos.

Palavras-chave: Vírus, Genética e Divulgação Científica.

ABSTRACT

The teaching of Genetics and Virology faces challenges due to conceptual complexity and the predominance of traditional methods, which hinder students' critical understanding. Despite the relevance of these subjects, they are often addressed superficially, lacking connection with recent discoveries. The Brazilian National Common Core Curriculum (BNCC) recommends practices that foster critical thinking and contextualization; however, the absence of updated teaching resources limits this integration. In this context, scientific communication appears as an essential strategy to bring academic knowledge closer to society. Thus, the aim of this project was to develop an educational *ebook* on viral genetics, combining concepts from Genetics and Virology with accessible language and scientific rigor. The proposal aimed to create innovative material that encourages critical reflections on contemporary topics, such as virus definition, genomic diversity, evolutionary roles, and epistemological implications about the concept of life. The *ebook* is intended for high school and undergraduate students, teachers, and individuals interested in the field. The methodology adopted Moraes' (2003) textual analysis approach, involving text deconstruction, relationship establishment, and emergent synthesis. The bibliographic research was conducted using databases such as Google Scholar, SciELO, and Science. The development of the *ebook* included structural planning, chapter definition, and writing based on scientific references, as well as a semi-structured interview with researcher Francisco Prosdocim, a leading figure in genomics and theoretical biology. The *ebook*, titled "The Forest of Viruses," consists of five chapters and an interview. Each chapter was organized around guiding questions, fostering continuous problematization, and stimulating critical thinking. The content addresses definitions, structural characteristics, genomic diversity, and evolutionary hypotheses, in addition to evolutionary impacts such as endogenous retroviruses. The analysis revealed gaps in textbooks, which still present a reductionist view of viruses, while recent studies highlight their ecological and evolutionary importance. The project achieved its goal by producing an innovative educational resource that disseminates scientific advances and promotes reflections on the limits and possibilities of science, reinforcing the importance of scientific communication as a pedagogical practice and underscoring the need for constant updates to teaching materials.

Keywords: Viruses, Genetics, and Scientific Communication.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Recursos Didáticos e Divulgação Científica	7
1.2 Microbiologia e Virologia	9
1.3 Genética	11
1.4 Virologia e Genética	12
1.5 Vírus, sala de aula e DC	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Pesquisa Bibliográfica	14
2.2 Recurso didático	15
2.3 Entrevista	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 Pesquisa bibliográfica	17
3.2 A Floresta dos Vírus	21
3.3 Entrevista	23
3.2.1 Eixo Vida e o Cientista	24
3.2.2 Eixo A Ciência do Cientista	29
3.2.3 Conexão com A Floresta dos Vírus	32
4. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE 1 – TCLE	45
APÊNDICE 2 – ROTEIRO DA ENTREVISTA	46
APÊNDICE 3 – A FLORESTA DOS VÍRUS	47

1. INTRODUÇÃO

1.1 Recursos Didáticos e Divulgação Científica

Os livros didáticos são cruciais para o ensino, uma vez que são usados como principal material de apoio nos colégios. No ensino de Ciências, a importância dos livros didáticos é ainda maior, uma vez que representam, em muitos casos, o único material de apoio disponível para professores e alunos (Batista; Cunha; Cândido, 2010). Além de serem capazes de promover a reflexão sobre vários aspectos da sociedade e ainda estimulam o sentimento de investigação do aluno, a integração de *ebooks* no ensino de biologia tem se mostrado uma abordagem eficaz para envolver os alunos e promover a compreensão dos conceitos (Vasconcelos; Souto, 2003; Schmitt; Junior; Carvalho, 2023). Esses recursos digitais oferecem vantagens, como acesso rápido a informações atualizadas, interatividade, personalização do aprendizado e construção do conhecimento de forma lúdica, acessível e sistematizada (Silvia, 2021).

Ensinar o conteúdo de forma inadequada impossibilita a conexão entre os alunos com os conteúdos de Genética e Virologia, tornando extremamente abstratos. No ensino de genética, Moreira *et al.* (2017), Silva *et al.* (2019) e travessas; Garnero; Marinho, (2020), relatam que o seu ensino enfrenta problemas desde os professores durante sua formação acadêmica, quanto aos alunos no cotidiano de sala de aula.

No ensino médio, mesmo estando diretamente relacionado ao nosso dia a dia, na maioria das vezes esses conteúdos são trabalhados de forma teórica, limitado aos métodos tradicionais com poucas aulas contextualizadas, distanciando o aluno do conteúdo abordado. Outra limitação seria o de atividades com experimentação, devido ao seu grau de dificuldade, por se tratar de estruturas invisíveis à olho nu e de conceitos abstratos, que necessitam da imaginação e extrapolar os conhecimentos adquiridos previamente (Abreu; Marques; Bittencourt, 2022), e na Genética (Melo; Carmo, 2009).

Os recursos didáticos se mostram como uma ferramenta fundamental para a melhoria no processo de ensino-aprendizagem, pois provocam a maior participação dos alunos e ampliam as possibilidades de aprendizado (Zanata *et al.*, 2023). Além disso, possibilitam que os alunos façam uma melhor relação com os conhecimentos de biologia, trazendo contextualização para os assuntos abordados, relacionando com o cotidiano deles (Paiva, 2022).

Outra ferramenta relevante são os livros didáticos de Ciências, que devem ser capazes de promover a reflexão sobre vários aspectos da realidade e ainda estimular o sentimento de

investigação do aluno (Vasconcelos; Souto, 2003). Para isso, os professores têm papel bastante relevante, devendo ser capazes de utilizar esse recurso para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo (Batista; Cunha; Cândido, 2010).

Segundo Prosdocimi; Farias (2020), a diversidade de recursos didáticos disponíveis para uso no ensino é vasta e deve estar cada vez mais presente no ambiente escolar, de forma sistemática e não esporadicamente. Esses recursos contribuem para promover a interação entre o conhecimento científico e o cotidiano dos alunos, visando à melhoria do ensino e da aprendizagem. Como previsto pela Base Nacional Comum Curricular (2018), o ensino de ciências deve estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e promover discussões contextualizadas sobre o cotidiano dos alunos. Sem dúvida, o conteúdo do vírus se mostra perfeito para correlação do ensino de Microbiologia e Genética.

Para relacionar os assuntos dos livros didáticos com a realidade dos discentes, os professores têm papel de bastante relevância, devendo ser capazes de utilizar esses recursos para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo (Batista; Cunha; Cândido, 2010). Uma das funções dos recursos didáticos é de preencher os espaços deixados pelo ensino tradicional e ser capaz de propiciar ampliação da visão do aluno e de sua capacidade de retenção do conhecimento, além de servir como estímulo ao ensino docente (Abreu; Marques; Bittencourt, 2022). Além disso, o uso de diferentes recursos didáticos representa importantes meios para o enriquecimento das aulas de Microbiologia, tentando superar, até mesmo, a inexistência de laboratórios nas escolas (Abreu; Marques; Bittencourt, 2022).

A divulgação científica (DC) desempenha um papel crucial na democratização do conhecimento, tornando as descobertas e os avanços da ciência acessíveis a toda a população. Segundo Miceli e Rocha (2020), a DC “consiste como um recurso capaz de veicular o conhecimento científico para a população” (p. 38), permitindo que qualquer público que se interesse pelo assunto se aproprie das informações científicas. Para alcançar esse objetivo, é necessário abordar temas que dialoguem com questões atuais e relevantes para a sociedade, como a genética (Resende; Klautau-Guimarães, 2011).

Um dos maiores desafios da DC é garantir que o conteúdo seja compreensível para diferentes públicos. Para isso, a DC passa por uma série de adaptações a fim de compartilhar os conhecimentos da ciência de forma compreensível à população (Resende; Klautau-

Guimarães, 2011). Essas adaptações incluem reconstruir o discurso científico de forma que ele seja adequado às diversas condições sociais, culturais e econômicas dos grupos aos quais se destina Miceli e Rocha (2020) e Resende; Klautau-Guimarães (2011). Esse processo de tradução do conhecimento científico é essencial para conectar a ciência ao cotidiano das pessoas, fomentando uma compreensão mais ampla e inclusiva.

De acordo com Miceli e Rocha (2020), materiais de divulgação estimulam o senso crítico dos discentes, despertando a sua curiosidade e capacidade de investigar e interpretar assuntos relacionados ao conhecimento científico. Isso é particularmente relevante para temas como a genética, que, apesar de sua importância, ainda são percebidos como complexos por muitos estudantes. Nesse sentido, a utilização de textos acessíveis e adaptados pode aproximar o público escolar dos elementos da ciência, facilitando a compreensão e o engajamento com conceitos que, de outra forma, poderiam parecer distantes e inacessíveis.

1.2 Microbiologia e Virologia

Para o mundo moderno, os conceitos da Biologia são extremamente relevantes, sendo ferramentas fundamentais para que possamos utilizar os recursos naturais de maneira correta (Prosdocimi; Farias, 2020; Ribeiro *et al.* 2020). Com eles podemos aprender a como evitar e curar doenças, fabricar medicamentos, promover o melhoramento genético de plantas e animais, além de nos permitir acompanhar os acontecimentos do dia a dia noticiados em jornais, revistas e televisão e, principalmente, opinar criticamente sobre eles.

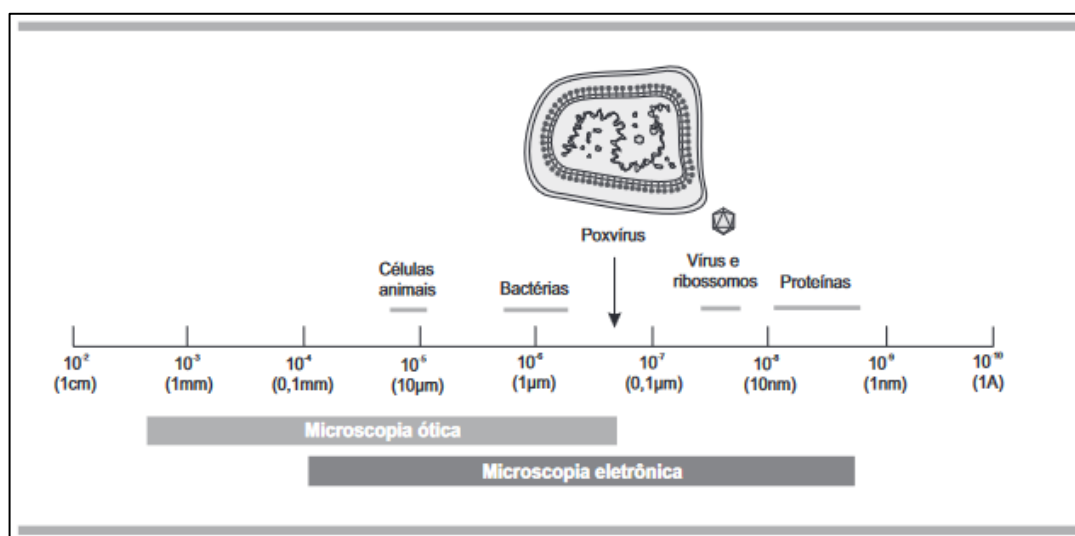
Dentro desse contexto, sabe-se que os microrganismos são “os verdadeiros donos” do planeta Terra, sendo as entidades biológicas mais abundantes (Prosdocimi e Farias, 2020). Os vírus, por exemplo, são estimados em mais de quatro nonalhões em todo o mundo (Cobián Gümes *et al.*, 2016). Sendo assim, a microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos, sendo unicelulares, pluricelulares e acelulares, investigando seu modo de vida, e como podemos aplicar os conhecimentos adquiridos sobre esses seres para a humanidade e o planeta (Zanata *et al.*, 2023).

O papel da microbiologia é analisar a função dos microrganismos no mundo, principalmente sua interação com os seres humanos, relacionados com a saúde, saneamento básico e higiene pessoal, assim como outros diversos fatores associados com a manutenção dos ecossistemas (Abreu; Marques; Bittencourt, 2022).

Entretanto, por muito tempo, os microrganismos passaram despercebidos do nosso conhecimento, já que são invisíveis à olho nu. Ou seja, é necessária a utilização de instrumentos

específicos para visualizá-los e técnicas específicas para estudá-los. Vírus têm, em média, um diâmetro entre 15 e 400 nanômetros e só podem ser visualizados por meio de Microscopia Eletrônica (ME) (Celso *et al.*, 2007). Uma das exceções são alguns poxvírus que são maiores e podem ser visualizados sob microscopia óptica (Celso *et al.*, 2007). A Figura 01 apresenta uma escala logarítmica métrica que ilustra as dimensões dos vírus comparativamente com células animais, bactérias e macromoléculas. O poder de resolução das microscopias óptica e eletrônica é indicado por barras (Celso *et al.*, 2007, p. 22).

Figura 01. Escala logarítmica métrica demonstrando uma régua de 1cm a 1Å, indicando onde as células animais, bactérias, poxvírus, vírus ribossomos e proteínas estão.



Fonte: adaptado de Flint *et al.* (2000).

O ensino de microbiologia, tende a se concentrar nos microrganismos causadores de doenças, ditos patogênicos. Embora a abordagem de microrganismos patogênicos seja importante, como visto durante a recente pandemia global de COVID-19 causada pelo coronavírus, raramente os livros enfatizam a importância dos microrganismos em outros aspectos da vida cotidiana, mesmo que apenas uma parcela ínfima dos microrganismos cause doenças em seres humanos (Sanchez-Castro; Pajuelo-Reyes, 2020; Lloyd; Berry, 2022; Zanata *et al.*, 2023).

Em um mundo pós-COVID-19, um sentimento de medo e uma visão catastrofista sobre o papel dos vírus se torna ainda mais forte na população (Sanchez-Castro; Pajuelo-Reyes, 2020 e Lloyd; Berry, 2022). Os vírus estão em todos os lugares, esperando o momento certo para sequestrar o maquinário metabólico das nossas células, ordenando que repliquem suas

informações genéticas até que nossas células explodam de tantos vírus produzidos (Prosdocimi; Farias, 2020).

Embora os microbiologistas em geral continuem transmitindo novas informações, inclusive que desmentem essa visão às novas gerações, novos entendimentos sobre o papel dos vírus na natureza têm surgido em muitos campos. Principalmente aqueles desbravados pelos biólogos evolutivos e pelos ecólogos, hoje a ciência encontra-se em ponto de questionar essas afirmações clássicas sobre a natureza íntima dos vírus (Prosdocimi; Farias, 2020).

1.3 Genética

A genética é uma ciência com um potencial enorme e não se limita a uma área específica, o uso da biotecnologia trabalha campos transversais desde a medicina, a indústria, a agronomia e vários outros (Sanchez-Castro; Pajuelo-Reyes, 2020). Dentro da microbiologia, a genética é comumente usada para o estudo da hereditariedade dos microrganismos. Assim, ressaltando como seu ensino é essencial para a compreensão dos fundamentos da hereditariedade, propicia aos estudantes terem conhecimento sobre suas aplicações.

Além de despertar grande interesse dos alunos, a genética provoca impacto na perspectiva que os discentes têm sobre os conhecimentos científicos e tecnologias que estão cada vez mais presentes nos debates da sociedade (Prosdocimi; Farias, 2020). Prosdocimi e Farias (2020), também enfatizam que as aulas expositivas são, muitas vezes, o único recurso didático, trazendo indisposição e desânimo para a aprendizagem dos alunos. Contribuindo a isso, os conteúdos de Genética são famosos por terem conceitos abstratos e uma linguagem específica extensa e complexa, tornando-se uma matéria desafiadora, o que também acaba trazendo indisposição e desânimo aos alunos (Moreira *et al.*, 2017; Silva, 2020).

Olhando de um ponto de vista celular, o material genético é como um líder celular. Ele coordena todas as funções que a célula desempenha, além de armazenar essas informações para as futuras gerações. Nesse contexto, o material genético pode ser visto como uma linguagem universal compartilhada por todos os seres vivos. É por meio dessa linguagem que os processos biológicos essenciais, como replicação, transcrição e tradução, são codificados e realizados (Witzany, 2017).

Os vírus, por sua vez, seriam como especialistas nessa linguagem genômica. Sua sobrevivência e propagação dependem da capacidade de invadir o genoma do hospedeiro e manipular suas informações genéticas para promover sua replicação. Essa habilidade de compreender, interagir e reprogramar o material genético do hospedeiro coloca os vírus em

uma posição única na biologia molecular, tornando-os ferramentas naturais para o estudo da genética. Focar na genética viral permite explorar de maneira profunda os mecanismos de interação entre genomas e os impactos que essas interações podem ter, tanto para o vírus quanto para o organismo hospedeiro (Witzany, 2017).

1.4 Virologia e Genética

Outra particularidade viral é a sua estrutura, já que vírus não tem uma organização celular, na verdade são compostos pelo genoma e o capsídeo, que protegerá o genoma. Alguns vírus podem ter um capsídeo mais complexo, como bacteriófagos, ou um envelope viral, como os membros da família Herpesviridae (Celso *et al.*, 2007).

Todos os seres vivos do planeta contêm o genoma de ácido nucleico (especificamente o DNA), os vírus também apresentam genoma de ácido nucleicos, mas eles têm uma particularidade: eles podem tanto ser de DNA quanto de RNA. Para a classificação viral, é necessário fazer algumas perguntas, como: “seu genoma é RNA ou DNA?”, “fita simples ou dupla?”, “o genoma é segmentado ou não?” ou “o genoma é linear ou circular?” (Hopkins, 2021). Essas e outras questões são fundamentais para a distinção dos vírus, e elas se relacionam intimamente com a genética e a biologia molecular.

Essa diversidade genômica reflete diretamente na estratégia viral de replicação. A composição e a estrutura do genoma viral determinam como o vírus irá interagir com a célula hospedeira, incluindo a forma como ele invade a célula e acessa o núcleo (Kulmann-Leal *et al.*, 2022). Por exemplo, vírus de RNA, que frequentemente se replicam no citoplasma, precisam contornar barreiras específicas do hospedeiro para traduzir suas proteínas e criar cópias de seu genoma, enquanto muitos vírus de DNA integram-se ao núcleo, podendo usar diretamente o maquinário celular para replicação (Celso *et al.*, 2007; Hopkins, 2021). Essas estratégias, moduladas pelo tipo de genoma, não apenas alteram a dinâmica da infecção, mas também podem gerar efeitos no hospedeiro, como mutações e mudanças na expressão gênica, influenciando desde processos celulares até respostas imunológicas (Stephens *et al.*, 2010; Hopkins, 2021). Esse modo de funcionamento viral está intrinsecamente ligado à biologia molecular, evidenciando como essas entidades biológicas exploram mecanismos fundamentais das células para sua sobrevivência e disseminação (Stephens *et al.*, 2010; Hopkins, 2021).

1.5 Vírus, sala de aula e DC

O estudo dos vírus gigantes, os grandes vírus núcleo citoplásmicos de DNA, vem trazendo grandes discussões sobre os conceitos que tínhamos sobre vírus. Uma questão que

está sendo muito discutida na literatura científica recente é a de que muitos grupos de vírus são prováveis descendentes de organismos mais complexos, já que não possuem apenas poucas dezenas de genes codificando proteínas de replicação, recombinação e capsídeo, eles podem conter milhares de proteínas codificando praticamente todas as proteínas ribossomais e fatores associados ao mecanismo de tradução (Prosdocimi; Farias, 2020). Estudos como esse questionam tudo o que acreditávamos saber e definimos sobre vírus, entretanto essas descobertas ainda não se encontram nos livros didáticos (Batista; Cunha; Cândido, 2010).

Prosdocimi; Farias (2020), dissertam sobre como a genética tem um enorme papel no estudo de vírus. Um dos papéis está sendo no estudo metagenômico (estudo da estrutura e função de sequências nucleotídicas inteiras isoladas e analisadas de todos os organismos em uma amostra global), que demonstra que os genes produzidos por vírus nos oceanos podem ter uma relevância crucial para a ciclagem de nutrientes como o enxofre o nitrogênio nesses ambientes (Roux *et al.*, 2016 e Prosdocimi; Farias, 2020). A importância ecológica dos vírus se mostra cada vez maior na presença de novos estudos que mostram o número de partículas virais encontradas nos mais diferentes ecossistemas parece aumentar, aumentando assim o número estimado de vírus conhecidos (Paez-Espino *et al.*, 2016 *apud* Prosdocimi; Farias, 2020).

Outra discussão interessante seria sobre o que antigamente era considerado DNA-lixo, resquícios “irrelevantes” da ação do processo evolutivo. Atualmente, os pesquisadores têm encontrado possíveis funções importantes para esses elementos genômicos tipo-virais. Estima-se que o próprio genoma humano possa conter um número próximo de 50% de elementos repetitivos e sequências tipo-virais, que são chamadas de retrovírus endógenos (Prosdocimi; Farias, 2020). Os retrovírus endógenos parecem ser importantes por permitir o chamado embaralhamento dos éxons, fenômeno que permite o surgimento de novos genes (Prosdocimi; Farias, 2020).

Vale ressaltar que inúmeros modelos vêm sendo discutidos sobre a origem dos vírus e três linhas de pensamento vêm sendo aprofundadas ao tentarem identificar evidências e argumentos sobre sua evolução. No atual cenário de entendimento, tais alternativas devem ser vistas como não excludentes e nos levam a repensar o papel dos vírus, assim como sua história natural. Sugere-se que os vírus não formam um grupo monofilético único que seria herdeiro de um único ancestral vivendo no passado, mas sim uma estratégia diferenciada de vida que diversos grupos teriam adquirido ao longo de sua evolução (Prosdocimi; Farias, 2020). Tais

reflexões mudam a perspectiva existente sobre quem são esses seres e seu papel na história evolutiva dos organismos.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi elaborar um *ebook* (livro eletrônico) que trabalha a genética viral e a divulgação científica com o intuito de obtenção de uma ferramenta didática alternativa para enfrentar os desafios do ensino de Genética e Virologia. Ao correlacionar essas áreas, utilizando uma abordagem acessível, atualizada e reflexiva, o material busca aproximar os estudantes das discussões científicas contemporâneas, estimulando o pensamento crítico e a compreensão conceitual. Assim, é possível apresentar e engajar um assunto científico, estimular o pensamento através das reflexões e sensibilizar o leitor acerca do tema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza quantitativa, fundamentado no método de meta-análise aplicado ao material coletado por meio de levantamento bibliográfico. Essas abordagens permitem integrar e sintetizar dados provenientes de diferentes estudos, utilizando procedimentos sistemáticos para identificar padrões, tendências e relações entre os conceitos abordados. Para isso, foram utilizados os métodos de Moraes (2003) e Guazi (2021), garantindo consistência metodológica e suporte científico à construção do recurso didático proposto.

É importante ressaltar aqui que este projeto foi desenvolvido durante o período do PIBITI lançado no Edital 5/2024 - PRPI/RIFB/IFBRASILIA edital de 2024-2025, com duas alunas bolsistas, proporcionando uma oportunidade de integrar pesquisa acadêmica com a produção de um recurso educacional inovador.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

Para realizar a pesquisa bibliográfica deste projeto, foi adotado o processo de análise textual qualitativa baseado nas propostas de Moraes (2003). Esse processo é dividido em três etapas essenciais: desconstrução dos textos, estabelecimento de relações entre os elementos unitários e captura do novo emergente para comunicar e validar a nova compreensão.

As bases de dados para a seleção do material bibliográfico foram: *Google Acadêmico*, *SciELO*, *Science* e *PubMed*. Foram utilizados termos de pesquisa em português e em inglês como "vírus" (*VIRUS*), "genética" (*GENETICS*), "genoma" (*GENOME*), "mutação" (*MUTATION*)

bem como suas combinações, utilizando termos como e (*AND*), ou (*OR*) e não (*NOT*). Para os tópicos escolhidos para o livro, foram utilizados termos como “vírus endógenos”, “genes virais” e “efeitos no hospedeiro”, além de outros para aprofundar um tema específico, como “linguagem gênica” ou “novo conceito de gene”, “genes virais”, “o que é vida”.

O método proposto por Moraes (2003) foi aplicado na seleção do material inicial e na triagem dos artigos utilizados. Esse método permite identificar e priorizar os estudos mais relevantes e significativos, garantindo assim a qualidade e a consistência do produto pedagógico que será desenvolvido. Com essa abordagem rigorosa e fundamentada foi possível criar um conjunto sólido de referências que acompanhou todo o desenvolvimento do recurso didático.

Com esse conjunto de referências relacionados a cada capítulo, foi utilizado o *ChatGPT, versão 3 do ano de 2025*, para construir as estruturas dos capítulos, ajudando a criar um fio argumentativo sólido, coeso e dinâmico. O *ChatGPT* também foi utilizado na revisão da literatura selecionada, principalmente nas inserções das citações ao longo dos textos, baseado nas citações que já haviam sido definidas no *prompt* de instrução, garantindo a coerência com os materiais originais e o fio condutor do capítulo.

2.2 Recurso didático

Para a criação do recurso didático, optou-se pela elaboração de um *ebook*. Após a pesquisa bibliográfica dos conteúdos a serem abordados, foi estruturado um panorama geral, definindo-se a quantidade de capítulos e o conteúdo delimitado para cada um. Essa etapa envolveu o uso de um extenso material produzido em cima dos textos usados como base para cada capítulo. Os documentos eram compostos por citações de diferentes textos, pensamentos da bolsista como possíveis caminhos argumentativos que os textos criaram e interligações do que seria apresentado em um capítulo e finalizado em outro. Paralelamente à leitura dos artigos de referência, ao planejamento prévio da linha argumentativa da obra, e com o auxílio do *ChatGPT*, essa estrutura foi refinada, resultando em uma base sólida que serviu de referência para a elaboração dos capítulos. No entanto, ao longo do processo de escrita, a estrutura passou por alterações, com tópicos sendo remanejados e/ou incluídos e/ou excluídos conforme a necessidade.

Durante a redação do material, foram utilizadas citações de autores relevantes, bem como foram elaboradas provocações sobre o que estava sendo lido e que norteavam a escrita. O conteúdo foi desenvolvido com base nos temas abordados nos artigos científicos analisados.

A proposta consistiu em apresentar o tema de forma instigante, promovendo não apenas a exposição, mas também a problematização dos conceitos discutidos. O objetivo foi despertar o interesse do leitor e fomentar uma reflexão crítica sobre noções frequentemente tidas como certas.

A revisão foi feita pela segunda participante e pela coordenadora do projeto PIBITI. A etapa de *design* e formatação também foi feita pela segunda bolsista do projeto, utilizando diferentes ferramentas como *Microsoft Word*, *Google Docs*, *Adobe InDesign* e *Canva*. A segunda bolsista do projeto também foi responsável por organizar o conteúdo e incluir listas, tabelas e imagens para complementar e ilustrar o texto e torná-lo personalizado e imersivo (Bastos *et al.*, 2021).

2.3 Entrevista

A entrevista foi uma oportunidade que surgiu a partir do contato com o pesquisador Francisco Prosdocimi, biólogo, mestre em Genética e doutor em Bioinformática. O professor atua na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e desenvolve pesquisas nas áreas de montagem e anotação de genomas animais, genômica e transcriptômica comparativa, filogenômica e genética de populações. Para a entrevista, o professor assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – APÊNDICE 1.

A entrevista foi realizada em formato de live no YouTube, seguindo os princípios de uma entrevista semiestruturada e aberta (Roteiro disponível no APÊNDICE 2). Foram elaboradas perguntas norteadoras, com o objetivo de permitir maior liberdade nas respostas, mantendo, ao mesmo tempo, um direcionamento temático coerente com os objetivos do projeto.

Como base para a elaboração e condução da entrevista, utilizou-se a proposta metodológica de Guazi (2021), que organiza o processo de entrevista semiestruturada em seis etapas: (1) elaboração e testagem do roteiro de entrevista; (2) contato inicial com os participantes; (3) realização das entrevistas; (4) transcrição das entrevistas; (5) análise dos dados; e (6) relato metodológico. Esse modelo serviu de guia para garantir o rigor metodológico e a coerência da atividade com os princípios da pesquisa qualitativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada em dois momentos distintos. No primeiro, buscou-se delimitar os temas centrais do projeto por meio do contato inicial com o assunto. Para isso, foram utilizados os interesses da pesquisadora como guia para a escolha dos tópicos, com destaque para termos como “linguagem gênica”, “biocomunicação”, “ação dos vírus nos hospedeiros” e “genética viral”. Posteriormente, foram incluídos novos termos como “origem da vida”, “LUCA” e “FUCA”, “vida prebiótica”, “origem dos vírus” e “origem celular”. Também foram feitas buscas em formato de sentenças, como “influência dos vírus na árvore da vida” e “origem de sistemas biológicos”. Apesar do grande número de artigos encontrados, poucos abordavam diretamente os temas específicos selecionados, como “biocomunicação” e “linguagem gênica”. Observou-se também um volume expressivo de artigos brasileiros que exploram a natureza dos vírus. A média de resultados por busca variou, mas em geral eram selecionados entre 10 e 30 artigos, que passaram por triagem com base em critérios como título, resumo e credibilidade da publicação (*Qualis*, relevância e a análise do *lattes* dos autores). Essa seleção rigorosa visou refletir o ambiente científico, onde múltiplas visões coexistem e são debatidas simultaneamente.

O segundo momento da pesquisa bibliográfica ocorreu durante a escrita dos capítulos do *ebook*, quando foi necessário aprofundar tópicos específicos conforme a construção dos argumentos. Novas buscas foram realizadas para complementar e sustentar as discussões propostas, mantendo o alinhamento com os objetivos do projeto. Essa etapa permitiu uma maior precisão conceitual e uma atualização constante do conteúdo, garantindo que o material final refletisse as discussões científicas mais recentes.

A Tabela 01 apresenta a relação dos artigos utilizados, indicando em quais capítulos tiveram destaque, os autores, o ano das obras, o contexto em que os termos-chave estão inseridos e a plataforma em que foram encontrados. Os autores citados correspondem ao artigo “mais relevante” daquela busca.

Tabela 01: Lista de referências bibliográficas utilizadas na escrita do *Ebook*

Capítulo	Título do Artigo	Autor(es)	Ano	Palavra/ Termo-chave	Plataforma	Média de artigos selecionados na busca
1	O que são vírus? Um	Silvana Beres Castrignano	2016	Definição de Vírus	Google Acadêmico	26

	novo conceito					
1	Vírus: o que são, de onde vêm e para onde “vamos”? A COVID- 19 como exemplo para entender o mundo dos vírus	Bruna Kulmann-Leal	2022	Definição de Vírus	Research gate	26
1 e 2	O vírus e o conceito de vida em tempos de pandemia	Roberto Santos Ramos	2021	Conceito de Vírus	Google Acadêmico	17
1 e 2	Os Vírus são "singulares" e desafiam os paradigmas da Ciência	Luís Calafate	2022	Conceito de Vírus	Google Acadêmico	17
1, 2 e 3	VÍRUS: REINTERPRETANDO A HISTÓRIA NATURAL E SUA IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA	Francisco Prosdocimi e Sávio Torres de Farias	2020	Vírus Ecologia	Google Acadêmico	9
1, 2 e 3	Propriedades gerais dos vírus	Elba Regina Sampaio De Lemos, <i>et al.</i> (organizadores), Alexandre Dos Santos Da Silva, <i>et al.</i> (autores)	2023	Conceito de Vírus	Google Acadêmico	27
1, 3 e 5	Virologia para além do Ensino Regular:	Igor Valencio Medeiros, Octavio	2022	Vírus Ecologia	Google Acadêmico	9

	Compreendendo a Importância dos Vírus para a Vida no Planeta Terra	Chioda Florio e Ricardo Rodrigues Fernandes Campos				
2	A HISTÓRIA NATURAL DAS CÉLULAS NOS SUGERE UMA ORIGEM ÚNICA?	Sávio Torres de Farias e Francisco Prosdocimi	2020	Origin of Biological Systems.	Revista Helius	Indicação
2	The Theory of Chemical Symbiosis: A Margulian View for the Emergence of Biological Systems (Origin of Life)	Francisco Prosdocimi, Marco José e Sávio Torres de Farias	2021	Origin of Biological Systems.	Nature	Indicação
2, 3 e 4	A vida enquanto um processo químico auto-organizado de codificação	Francisco Prosdocimi	2024	Conceito de vida	Research gate	Indicação
	Prebiotic chemical refugia: multifaceted scenario for the formation of biomolecules in primitive Earth	Francisco Prosdocimi e Sávio Torres de Farias	2022	Prebiotic life	Lattes	Indicação
3	Structure and Physics of Viruses: An	Mauricio G. Mateu (organizador)	2013	Estrutura dos Vírus	Nature	13

	Integrated Textbook					
3	keylevls of biocomunic ation	Guenther Witzany		biocomunic ação	Google Acadêmico	3
3 e 5	Endogenou s viruses: insights into viral evolution and impact on host biology	Cédric Feschotte e Clément Gilbert	2012	impacto dos vírus no hospedeiro	Nature	11
3 e 4	Vírus e Retrovírus contribuind o para a evolução das espécies tcc.pdf	Raul Emanuel Lopes Brandão	2015	impacto dos vírus no hospedeiro	Google Acadêmico	11
4 e 5	The impact of retrotransp osons on human genome evolution	Richard Cordaux e Mark Batzer	2009	impacto dos vírus no hospedeiro	Nature	11
4 e 5	Viral Integration and Consequen ces on Host Gene Expression	Günther Witzany (organizado r), Sébastien Desfarges e Angela Ciuffi (autores)	2012	impacto dos vírus no hospedeiro	Google Acadêmico	11
4 e 5	Endogenou s Viral Elements in Animal Genomes	Harmit Malik (organizado r) , Aris Katzourakis e Robert Gifford (autores)	2010	impacto dos vírus no hospedeiro	Google Acadêmico	11
5	As dificuldade s em se definir a materialida de do gene	Marcelo De Macedo Brígido	2021	novo conceito de gene	Genética na Escola	7

	em uma ciência em transforma ção					
--	---	--	--	--	--	--

Fonte: dados da pesquisa

3.2 A Floresta dos Vírus

O mais proeminente resultado deste trabalho foi a elaboração de um *ebook*, cujo título é *A Floresta dos Vírus*, voltado à divulgação científica, composto por um prefácio, cinco capítulos e uma entrevista com o Doutor em bioinformática Francisco Prosdocimi. O material tem como foco a natureza dos vírus e aspectos fundamentais da genética, sendo direcionado a promover reflexões sobre temas atuais e controversos no campo da virologia. A estrutura do *ebook* *A Floresta dos Vírus* foi pensada para estimular o pensamento crítico, especialmente por meio de perguntas que introduzem cada capítulo e conduzem o leitor a uma análise das discussões presentes na comunidade científica.

O prefácio, que abre *A Floresta dos Vírus*, apresenta a autora e os objetivos do material, contextualizando sua criação e destacando a importância da divulgação científica como ferramenta de aproximação entre o conhecimento acadêmico e a sociedade. A partir dessa introdução, os quatro primeiros capítulos seguem o formato de uma pergunta central, que serve como ponto de partida para a apresentação de conceitos, problemáticas e possíveis discussões entre pesquisadores.

O primeiro capítulo, “O que são os vírus?”, explora as definições e características que tornam os vírus entidades únicas, desafiando classificações tradicionais da biologia. Em seguida, o segundo capítulo, “O que é a vida?”, propõe uma reflexão sobre os critérios utilizados para definir o que é considerado vivo, questionando a posição dos vírus nesse debate e evidenciando os limites das definições biológicas convencionais. No terceiro capítulo, “O que compõe os vírus?”, são abordados os elementos estruturais que caracterizam os vírus, como capsídeos, genomas e proteínas, além das variações encontradas entre diferentes tipos virais. Já o quarto capítulo, “Qual a relação filogenética entre os vírus e os hospedeiros?”, investiga as possíveis origens evolutivas dos vírus e suas conexões com os organismos celulares, discutindo hipóteses como a coevolução e a transferência horizontal de genes.

O quinto capítulo encerra *A Floresta dos Vírus* com reflexões finais sobre os temas abordados, reforçando a importância da ciência como processo dinâmico e em constante construção. A produção do *ebook* representa, não apenas um produto informativo, mas também um convite ao diálogo sobre os limites e as possibilidades da ciência contemporânea.

A construção do *ebook* “A Floresta dos Vírus” (APÊNDICE 3) exigiu um processo que ultrapassa os limites de uma revisão bibliográfica tradicional. Como aponta Valter Cordeiro Barbosa Filho, “revisões sistemáticas com metanálise são reconhecidas com grande potencial de sumarizar e avaliar evidências científicas, permitindo abordar e responder determinadas questões complexas e relevantes à sociedade” (Cenas Educacionais, 2024).

A escrita foi conduzida como uma espécie de metanálise narrativa, na qual diferentes fontes, autores e perspectivas foram reunidos, comparados e tensionados em busca de uma linha argumentativa contínua dentro de cada capítulo e de um fio condutor que atravessasse toda a obra. Esse percurso exigiu não apenas leitura extensa, mas também análise crítica e interpretação profunda dos textos, com o objetivo de transformar conceitos dispersos em uma narrativa coerente e provocativa.

A escrita funcionou como método de investigação, foi por meio dela que as ideias se organizaram, que os conflitos teóricos se tornaram visíveis e que as hipóteses puderam ser exploradas conceitualmente. Além disso, o livro convida o leitor a praticar seu próprio pensamento crítico, ao apresentar os vírus não como entidades estáticas, mas como catalisadores de reflexão sobre os limites da biologia, da vida e da própria ciência.

Um exemplo claro dessa abordagem aparece já no primeiro capítulo, que trata da natureza do conceito “o que seria um vírus?”. A questão não é respondida de forma definitiva; ao contrário, o capítulo problematiza cada definição apresentada, evidenciando suas limitações conceituais e questionando o próprio uso de certos termos. Como enfatiza Bellini (2007), “a epistemologia da biologia exige reconhecer a diferença de natureza da Biologia em relação a ciências formais como Matemática e Física, o que implica que o conhecimento nesta área não pode ser reduzido a fórmulas ou leis universais, mas envolve concepções históricas, metodológicas e contextuais específicas”.

A Floresta dos Vírus constantemente eleva essa afirmação. Como é abordado no fim do capítulo (Figura 02):

Figura 02: final do primeiro capítulo do *ebook*, mostrando como a discussão é abordada ao longo do texto.

Você já imaginou que até a palavra "vírus" pode não dar conta do que eles realmente são?

Diferente de bactérias, fungos e outros organismos, por que os vírus não possuem uma definição simples e única? O que os torna tão distintos a ponto de gerar debates constantes sobre sua classificação?

Nesse cenário, torna-se difícil até mesmo escolher a linguagem apropriada para se referir aos vírus:

(São partículas? Agentes biológicos? Entidades? Parasitas? Fenômenos? Sistemas?)

Em Busca de Uma Nova Compreensão

Na verdade, os vírus não são um conceito plenamente consolidado dentro da própria comunidade científica — e é justamente por isso que sua definição ainda é motivo de intensa discussão. Podemos chamá-los de **microrganismos**? Talvez não, já que muitos não os reconhecem como formas de vida. Mas também o termo "**partícula**" parece insuficiente para explicar o **fenômeno biológico** que os vírus representam.

Nesse sentido, como explica Ramos (2021, p. 301), os conceitos desempenham papel central na construção das teorias científicas, e, na biologia, essas teorias se formam a partir da descoberta de novos fatos e da constante reelaboração de conceitos.

Em um campo como o da virologia, que ainda está em expansão, cada descoberta acrescenta novos elementos à definição dos vírus, desafiando os parâmetros anteriores. É como se existisse uma grande lista de critérios que define o que é um vírus — e a cada nova descoberta, essa lista se torna mais longa, mais complexa e, por vezes, mais contraditória.

Cada termo carrega uma implicação conceitual — e nenhuma parece dar conta, sozinha, da totalidade do que os vírus são.

Prosdocimi (2020) resume esse impasse de forma perspicaz ao afirmar que estamos hoje em um momento de questionamento profundo das definições clássicas sobre a natureza íntima dos vírus. Cada nova descoberta não apenas amplia nosso conhecimento, mas também desestabiliza os conceitos estabelecidos, nos forçando a repensar continuamente o que significa "ser um vírus".

E talvez essa complexidade toda exista por um motivo: para definir o que são os vírus, é preciso primeiro encarar uma pergunta ainda maior — o que é a vida? A resposta a essa pergunta é justamente o ponto de maior divergência entre os estudiosos, e será ela o foco do próximo capítulo.

Fonte: elaborado pelos autores.

Essa multiplicidade de termos revela não apenas a dificuldade de definição, mas também a riqueza conceitual que os vírus oferecem como objeto de estudo. Essa abordagem se repete ao longo de toda a trajetória dos capítulos, cada um deles apresentando seus próprios dilemas, discussões e apontamentos.

É nesse contexto que a divulgação científica se insere como uma ferramenta essencial. Mais do que uma simples transmissão de informações, ela representa uma prática que busca tornar saberes científicos acessíveis, compreensíveis e relevantes para diferentes públicos. Ao apresentar os vírus como catalisadores de reflexão, *A Floresta dos Vírus* propõe uma aproximação entre o saber científico e a sociedade, estimulando o pensamento crítico e o engajamento com questões epistemológicas complexas. A construção multidimensional do conhecimento, característica essencial da ciência, revela sua natureza evolutiva e mutável, fazendo da pesquisa seu instrumento fundamental (Pizzani, 2012). É justamente essa capacidade de inovação que sustenta a relevância da divulgação científica como prática transformadora.

3.3 Entrevista

A entrevista contou com o pesquisador Francisco Prosdocimi, que trabalha principalmente na área de Genômica, além de ter produzido trabalhos de destaque em biologia teórica. O professor é associado e pesquisador do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), tendo publicações em periódicos como: *Nature*, *Science*, *Genome Research* e outros. Como descreve em seu lattes, seus projetos visam documentar a biodiversidade brasileira em nível molecular ao estudar

genomas de plantas, aves, peixes e outros organismos, além de realizar estudos multidisciplinares que tentam unir a genômica, o estudo do metabolismo vegetal e animal, o estudo da biodiversidade brasileira e a biomedicina (Lattes, 2025).

Como base para a elaboração e condução da entrevista, utilizamos a proposta metodológica de Guazi (2021), que organiza o processo de entrevista semiestruturada em seis etapas. Esse modelo serviu de guia para garantir o rigor metodológico e a coerência da atividade com os princípios da pesquisa qualitativa.

As perguntas norteadoras foram elaboradas com o intuito de proporcionar liberdade nas respostas, mantendo um direcionamento temático alinhado aos objetivos do projeto. Para acessar a entrevista é necessário entrar pelo link: <https://www.youtube.com/live/UW6fQnmVOnE?si=LrUyAoYB7Yiw-qbg>. Para a revisão da entrevista e sua inserção no *ebook*, adotou-se uma abordagem interpretativa baseada no roteiro previamente elaborado, na transcrição e na literatura correlata, garantindo a manutenção do rigor metodológico e a coerência com os objetivos do trabalho (Guazi, 2021).

A utilização do roteiro e da literatura correlata permitiu manter a consistência teórica e garantir que os objetivos da entrevista fossem contemplados. Vale destacar que as respostas oferecidas pelo entrevistado não apenas enriqueceram o debate, como também permitiram estabelecer conexões com a literatura atual, contribuindo para uma análise mais ampla dos tópicos abordados. Esses esclarecimentos foram fundamentais para ajustar a abordagem dos capítulos 3 e 4 do *ebook*, garantindo maior alinhamento conceitual com as discussões contemporâneas (Witzany, 2017; Prosdocimi; Farias, 2020). A seguir, são apresentadas as principais perguntas formuladas e a discussão dos conteúdos emergentes à luz de estudos recentes.

3.2.1 Eixo Vida e o Cientista

A primeira dimensão explorada na entrevista concentrou-se na trajetória pessoal e profissional de Francisco Prosdocimi, revelando aspectos que ajudam a compreender sua inserção no campo da virologia e da biologia teórica. O entrevistado descreveu sua entrada na área como um processo “de paraquedas”, evidenciando a natureza contingente das escolhas científicas e a influência de fatores externos na definição de percursos acadêmicos. Essa perspectiva reforça a ideia de que carreiras científicas não seguem trajetórias lineares, mas são moldadas por oportunidades, redes de colaboração e interesses emergentes ao longo do tempo. Nesse contexto, Prosdocimi destacou a importância das interações com colegas, mencionando

especificamente Sávio Farias como um parceiro intelectual fundamental para o aprofundamento das discussões sobre vírus. Essa referência ilustra como a ciência é construída de forma coletiva, apoiada em diálogos e trocas que ampliam horizontes teóricos e metodológicos (Prosdocimi; Farias, 2020).

Outro ponto relevante foi sua percepção sobre o papel de ser considerado uma referência na área. Embora tenha se mostrado lisonjeado, Prosdocimi relativizou essa posição, destacando as limitações estruturais da ciência brasileira e a necessidade de manter uma postura crítica diante tudo no processo científico. Essa visão dialoga com estudos sobre a dinâmica da produção científica no Brasil, que apontam desafios relacionados à infraestrutura, financiamento e visibilidade internacional (Miceli; Rocha, 2020). Ao mesmo tempo, o entrevistado ressalta a importância de escrever e compartilhar ideias, descrevendo esse processo como uma oportunidade de contribuir para o avanço do conhecimento e de receber *feedbacks* que validam ou tensionam suas concepções. A fala do entrevistado também trouxe reflexões sobre a satisfação em ver suas ideias reconhecidas, especialmente no campo da biologia teórica, que exige não apenas rigor metodológico, mas também imaginação para formular hipóteses e construir modelos conceituais.

A entrevistadora abordou a formação do pensamento crítico, tema que o pesquisador considera essencial para a prática científica. Prosdocimi alertou para o risco de interpretações enviesadas por textos que confirmam expectativas prévias, defendendo a necessidade de abertura para diferentes perspectivas. Essa postura reflete princípios epistemológicos contemporâneos, que valorizam a pluralidade de interpretações e a constante revisão das certezas, sem desconsiderar o entusiasmo natural diante de resultados convergentes (Witzany, 2017). A Tabela 02 mostra a transcrição de algumas perguntas relevantes deste eixo.

Tabela 02: Transcrição das perguntas e respostas sobre o eixo Vida e o Cientista

Perguntas	Respostas
“Então, Francisco, como que a genética, os vírus influenciaram a sua vida? Assim, é, eu pergunto tanto de um lado biológico quanto filosófico, porque acho que além da biologia, que é a minha área de estudo, que a gente foca bastante em entender processos, né, como que eles acontecem, também tem uma questão filosófica para entender esses conceitos, porque palavras significam certas coisas e como essas coisas vão traduzir os nossos processos físicos, né, a vida	Na verdade, isso que você falou é muito importante, porque a ciência, quando a gente pensa na ciência e no conhecimento científico, a gente muitas vezes pensa em experimentos, as pessoas trabalhando na bancada, e isso é muito importante para ciência. Realmente, a experimentação é um dos pilares da ciência. Mas quando a gente pensa em entender e questionar a ciência que vem sendo feita num determinado momento histórico, é muito importante a gente

fisicamente. Como tudo isso influencia a sua visão da vida, né, como os vírus, a genética?”

entender os conceitos sobre os quais essa ciência se assenta. Então, o nosso trabalho dentro da origem da vida e dentro da biologia teórica, que é o nosso campo de atuação, é justamente reinterpretar conceitos que já existem e reformular, ressignificar esses conceitos dentro de uma lógica que a gente acredita ser mais coerente e mais bonita. Então, muita coisa que está dada hoje pela ciência se baseia em determinados conceitos que a gente considera que já estão, de alguma forma, ultrapassados. E, para fazer esse trabalho conceitual de ciência, é preciso a gente ter muita leitura, da ciência e uma leitura crítica. Você tem que pegar os artigos científicos e ter aquela ponta de dúvida, né? Aquela coisa assim: “Não, mas eu sempre achei que não fosse muito bem assim... não concordo com esse autor.” E é a partir da leitura crítica, da leitura profunda, e filosófica também, dessa literatura científica que a gente vai basear o nosso próprio método de fazer ciência teórica. Esse método é baseado basicamente nisso que eu estou falando para ti: a crítica, a leitura aprofundada e crítica. Às vezes a gente lê alguma coisa e fala assim: “Não estou entendendo muito bem.” Eu acho que isso é fundamental para qualquer estudante, para qualquer professor também. Quando você pensa isso numa leitura, “não estou entendendo muito bem”, é porque existe uma inadequação entre o que o autor está falando e o seu próprio conceito sobre aquela questão. E é nessa inadequação, nesse lugar de não compreensão, que moram as revoluções científicas, né? A gente está sinceramente tentando propor modelos novos que questionam os paradigmas vigentes e propõem um novo modelo. E esse modelo sai de uma não compreensão, de um lugar de não aceitação da teoria do outro, e de uma visão própria, inovadora e diferente, e pode estar até errada, pode se provar errada eventualmente, mas ela parte desse lugar de não compreensão para propor uma nova ideia, está?

"Queria só fechar com uma pergunta mais sobre você, né, sobre o pessoal. Você já falou que para você é quase que natural trazer

“Ah, obrigado. Fico lisonjeado pelas suas palavras, mas eu ainda não cheguei nesse nível que você está achando que eu cheguei.

novas teorias, trazer a sua visão para dentro da ciência. Então, quero saber como é que é essa experiência, né? Você quando percebeu que a sua voz estava sendo ouvida, que as pessoas estavam lendo seus artigos, tendo opinião sobre eles? É, e como é que é para você ser uma referência, né? Saber que a gente está usando você para falar sobre as coisas, e outras pessoas também se baseiam no que você falou para construir informação? É, isso te assusta e te motiva? Você acha interessante? Como que é para você esse processo de ser um cientista que está crescendo cada vez mais na sua área?”

Não, eu acho o seguinte, amiga: eu faço essas coisas porque eu tenho uma motivação intrínseca, eu tenho uma alma rebelde, como eu estava te falando, e gosto de questionar as normas vigentes de uma forma séria. Eu não estou aqui chegando para gritar e falar: ‘Não é assim, galera, é assim’. Não, a gente está estudando profundamente. Acredito muito no estudo, acredito muito na pesquisa, na intuição. Muitos artigos que eu escrevi, eu simplesmente acordei de manhã um dia com o artigo todo na cabeça. Eu não tenho uma grande metodologia científica que eu siga para te falar muito bem. É claro que tem muita leitura, mas a partir dessa leitura, o que você forma para mim é mágico também, é um mecanismo intuitivo, racional, de crítica que eu não sei explicar. Eu não me considero ainda influente, não considero que nossas teorias tenham muita influência. São muito poucas pessoas que leem os nossos trabalhos. Não chegou ao patamar de criar uma comunidade crítica dentro da ciência. Não sei se vai chegar. Agradeço a sua colocação e a sua aposta aqui também nessas teorias, nessas ideias. Somos nós que vamos fazer isso. Você é minha convidada para... você se convidou automaticamente, né? Nem te convidei. Você achou legal e veio atrás disso também. A ciência só quebra o paradigma na geração seguinte. Eu não tenho como quebrar o paradigma. É você que vai quebrar, você e os próximos das próximas gerações, porque essa visão clássica já está tão bem assentada na cabeça dos biólogos que têm 40, 50, 60 anos ou mais, que eles não estão interessados nisso. Eles estão fazendo a ciência deles também, não tem problema. O que eu faço para mim é simplesmente natural. Venho... é uma linha de pesquisa que eu nem sei onde vai chegar. Como estou te falando, eu fico lendo, estudando e nem sei qual vai ser meu próximo trabalho. Na verdade, hoje eu sei por que já tenho ele organizado, mas depois desse já não sei. É exatamente assim, na crítica, na conversa, na discussão e nos sonhos muitas vezes que eu vou descobrir o que vou fazer depois. Existe sim uma linha de pesquisa que vai

	<p>aumentando em complexidade e vai tratando de assuntos. Por exemplo, vírus: eu nunca pensei em escrever sobre vírus, nunca pensei, e agora mandei o artigo para revista de virologia, e foi aceito. Então assim, eu mesmo me surpreendo às vezes com as coisas que acontecem. Eu não sou um grande controlador. Eu deixo que o universo se manifeste da forma que tiver que se manifestar, e eu sou só um meio para essa manifestação. É uma visão um pouco espiritualista, que eu apoio e tenho também. Então, não sei aonde vai chegar, de onde veio, mas é a luta de cada dia, é a luta de cada um.”</p>
<p>“Então o que eu quero saber é: como o vírus influenciou a sua pesquisa? Você já falou do Sávio, mas... você não é virologista, sua formação é em genética. Você começou com a genética. Você já tinha essa visão de que vida é o código genético, ou foi o estudo dos vírus que te deu mais força e argumento para isso?”</p>	<p>“Então... é engraçado como as coisas vão acontecendo, né? Tudo acontece de um jeito que a gente não prevê. Na verdade, eu nunca tive, como graduando e depois como mestrando, nenhuma grande pretensão nessa linha dos vírus. Eu era bioinformata, então o que me interessava era sequenciar genomas de organismos da fauna e flora brasileira, organismos que, geralmente, são negligenciados pela ciência. Porque a ciência básica, especialmente a biomédica, normalmente só quer sequenciar os organismos que têm algum interesse econômico. E eu sempre tive uma crítica a essa hegemonia econômica, sabe? Essa ideia de que a economia é o que guia a sociedade... eu não acredito nisso. E, além disso, eu sou apaixonado por bichos e plantas. No início, eu era completamente apaixonado por pássaros, e ainda sou. Eu adoro pássaros. Então eu estudei muito genomas de aves, depois me tornei um amante das plantas, e hoje trabalho principalmente com genomas vegetais. Mas aí, ao longo desse desenvolvimento teórico, o vírus não foi o guia para a definição de vida que a gente tem. Na verdade, o vírus acaba sendo uma consequência das nossas reflexões sobre a origem da vida e sobre o que é a vida. Então é uma discussão filosófica mesmo. E assim, eu não espero que as pessoas concordem comigo. Inclusive, eu não escrevo artigos para que as pessoas concordem ou discordem. Eu escrevo porque aquilo nasce de uma</p>

	<p>inquietação intelectual. Porque eu acho incrível ver um ponto de questionamento, de crítica.</p> <p>E, no fundo, eu também sou um rebelde, gosto de me rebelar contra os padrões estabelecidos e quero propor coisas novas, mais bonitas, mais coerentes teoricamente e conceitualmente.”</p>
--	--

Fonte: dados da pesquisa

3.2.2 Eixo A Ciência do Cientista

A segunda dimensão da entrevista abordou questões epistemológicas e conceituais que permeiam os capítulos 2, 3 e 4 do *ebook*, funcionando como um espaço de esclarecimento para dúvidas que surgiram durante a elaboração do material. Por se tratar de um projeto desenvolvido por graduandas, a profundidade dos temas discutidos na literatura nem sempre foi plenamente assimilada. Nesse sentido, a conversa com um dos autores de referência utilizados no trabalho, foi essencial para iluminar pontos que permaneciam em uma zona de incerteza interpretativa, além de ter sido um privilégio.

Entre os tópicos centrais, destacou-se a discussão sobre a origem da vida e o papel dos vírus nesse contexto. Prosdocimi problematizou a definição clássica de célula como unidade fundamental da vida diante das evidências atuais, e lembrou seu artigo “A história natural das células nos sugere uma origem única?” (2020). Essa perspectiva dialoga com hipóteses que questionam a linearidade evolutiva e sugerem cenários alternativos, como a proposta “*virus first*”, defendida pelo entrevistado e, mais amplamente, em seu artigo publicado na mesma semana da entrevista. Essa hipótese considera a possibilidade de os vírus antecederem organismos celulares, o que implicaria uma revisão profunda das concepções tradicionais sobre a história evolutiva (Prosdocimi; Farias, 2025).

A conversa também explorou teorias concorrentes sobre a origem da vida, como “*RNA first*” e “*metabolism first*”, permitindo compreender as nuances que diferenciam essas abordagens e suas implicações para a biologia teórica. Prosdocimi ressaltou a complexidade do material genético e das estruturas associadas, apontando que essas características reforçam a necessidade de pensar a vida como um continuum de estratégias moleculares, e não como um conceito rígido. Essa reflexão está alinhada à literatura que defende uma visão dinâmica e contextualizada da vida, em oposição a definições essencialistas (Witzany, 2017; Hopkins, 2021).

Além de esclarecer conceitos, a entrevista proporcionou um diálogo crítico entre pesquisador e entrevistadoras, permitindo que dúvidas fossem explicitadas e confrontadas com argumentos fundamentados. Esse processo contribuiu para consolidar a compreensão dos temas abordados no *ebook* *A Floresta dos Vírus*, garantindo maior consistência teórica e evitando interpretações simplistas. Ao mesmo tempo, a conversa evidenciou a relevância da interação entre especialistas e estudantes como estratégia para democratização do conhecimento científico, conforme defendem Miceli e Rocha (2020). Esse ponto serviu de transição para discutir a divulgação científica, tema que encerrou a entrevista. Prosdocimi, além de professor na UFRJ, é um divulgador ativo, com presença em plataformas digitais e publicações voltadas ao público geral, como o livro “O que é ciência?”. Ele ressaltou que a divulgação científica não é apenas uma ferramenta pedagógica, mas um compromisso social, capaz de aproximar a ciência da sociedade e combater visões reducionistas sobre temas complexos, como a origem da vida e o papel dos vírus. Essa perspectiva reforça a importância de iniciativas como o *ebook* produzido neste projeto, que busca traduzir conceitos sofisticados em linguagem acessível, sem perder rigor teórico. A Tabela 03 mostra a transcrição de algumas das perguntas feitas nesse segundo eixo.

Tabela 03: Transcrição das perguntas e respostas sobre o eixo A Ciência do Cientista

Perguntas	Respostas
<p>“Como que a gente separa os vírus desses elementos genéticos móveis, tipo os retrotransposons, os transposons, enfim, esses elementos que também se movem dentro do genoma?”</p>	<p>“Então, amiga, essa questão dos transposons e retrotransposons, que são esses elementos genéticos móveis, é muito interessante. Geralmente, são pedaços de DNA que têm uma sequência repetitiva (ou IS, de insertion sequence), ou seja, sequências de inserção. Essas sequências estão repetidas em um lado e no outro do elemento genético, e é isso que promove a recombinação dele com o genoma hospedeiro.</p> <p>Agora, para ser bem sincero contigo, eu não tenho uma teoria fechada sobre isso, não. Mas o que eu acredito é o seguinte: eles são resquícios de vírus. São vírus que perderam o capsídeo. Em geral, eles não têm capsídeo, o que os torna, inclusive, mais próximos dos progenotos, que é um assunto que a gente ainda vai entrar mais para a frente.</p> <p>Os transposons, então, seriam mais parecidos com os elementos genéticos primitivos, aqueles que existiam antes dos vírus e antes das células, os chamados genes livres, por assim dizer. Mas,</p>

	<p>ao mesmo tempo, eles também podem ser muito derivados. Eles continuam surgindo o tempo todo.</p> <p>Novas sequências de transposons e de inserção são produzidas constantemente, a evolução não para, né? Tudo continua evoluindo: os humanos, os animais, tudo. A gente está se readaptando às mudanças climáticas, ao aquecimento global, e a genética continua acompanhando isso. Então, no caso dos elementos repetitivos, eu considero que eles são resquícios de vírus. Se ele tem um código para fazer proteína, e faz proteína, eu acho que você pode chamar ele de vivo, sim, porque ele tem o código da vida ali, intrínseco a ele.</p> <p>Agora, se ele é apenas um elemento genético não codificante, aí sim, ele fica no limiar entre vida e não vida.”</p>
<p>“Era justamente isso que eu ia perguntar: sobre o FUCA! Então tudo isso que você descreveu, essa emergência do código genético, essa simbiose entre os ácidos nucleicos e os aminoácidos, é o que define o FUCA, esse primeiro ser informacional, certo?</p> <p>Antes disso, a gente tinha sistemas mais simples, sistemas informacionais e replicativos, abertos, sem membranas delimitando cada um. Você pode explicar melhor isso?</p> <p>Esses sistemas, um teria dado origem ao código genético e outro aos ribossomos?</p> <p>Ou isso vem lá do mundo de RNA, ou ainda mais atrás, do mundo prebiótico mesmo?”</p>	<p>“O primeiro gene, o FUCA, provavelmente surgiu quando as moléculas de RNA começaram a interagir com aminoácidos do ambiente. Em algum momento, um desses RNAs assumiu uma conformação tridimensional específica, capaz de encaixar um aminoácido e depois outro, ligando os dois, pum!, formando um dipeptídeo. Esse momento é chave, porque marca a primeira tradução química da história.</p> <p>A gente chama esse evento de FUCA , First Universal Common Ancestor, o primeiro gene, e não deve ser confundido com o LUCA, que é o Last Universal Common Ancestor, ou seja, a primeira célula.</p> <p>Antes do nosso trabalho, muita gente chamava tudo de LUCA, tanto a origem do gene quanto a origem da célula, e isso criava uma confusão. Então nós propusemos essa distinção:</p> <p>FUCA → o primeiro gene.</p> <p>LUCA → a primeira célula, ancestral comum de bactérias e arqueas.</p> <p>O LUCA já teria algo como 30 a 35 genes.</p> <p>O FUCA, não — o FUCA é um único gene, o primeiro de todos.</p> <p>E esse primeiro gene surgiu por auto-organização, por emergência, dentro da teoria do caos.</p> <p>Não foi uma criação “do nada”. Foi um processo espontâneo, autocatalítico, auto-organizativo.”</p> <p>O que eu faço para mim é simplesmente natural. Venho... é uma linha de pesquisa que eu nem sei onde vai chegar. Como estou te falando, eu fico</p>

	<p>lendo, estudando e nem sei qual vai ser meu próximo trabalho. Na verdade, hoje eu sei por que já tenho ele organizado, mas depois desse já não sei.</p> <p>É exatamente assim, na crítica, na conversa, na discussão e nos sonhos muitas vezes que eu vou descobrir o que vou fazer depois. Existe sim uma linha de pesquisa que vai aumentando em complexidade e vai tratando de assuntos. Por exemplo, vírus: eu nunca pensei em escrever sobre vírus, nunca pensei, e agora mandei o artigo para a revista de virologia, e foi aceito. Então, eu mesmo me surpreendo às vezes com as coisas que acontecem. Eu não sou um grande controlador. Eu deixo que o universo se manifeste da forma que tiver que se manifestar, e eu sou só um meio para essa manifestação. É uma visão um pouco espiritualista, que eu apoio e tenho também. Então, não sei aonde vai chegar, de onde veio, mas é a luta de cada dia, é a luta de cada um.”</p>
<p>“Então, resumindo: existia o mundo do metabolismo, com peptídeos e ciclos químicos, e existia o mundo do RNA autorreplicante. Esses sistemas, um teria dado origem ao código genético e outro aos ribossomos? Ou isso vem lá do mundo de RNA, ou ainda mais atrás, do mundo prebiótico mesmo?”</p>	<p>“Exatamente! Metabolism first → peptídeos e ciclos bioquímicos. RNA first → RNA autorreplicante. Somente quando os dois mundos se encontram é que a vida começa de fato. E é aí que surge o FUCA, o primeiro RNA capaz de ligar dois aminoácidos, formando um dipeptídeo. Essa função é a base do ribossomo, que, depois, vai ligar aminoácidos em proteínas maiores, de 500 a 5.000 aminoácidos, uma unidade de cada vez. O ribossomo tem uma parte central chamada PTC (Peptid Transferase Center), que é o núcleo catalítico do RNA que liga os aminoácidos. O fundamento da vida, então, é a interação entre ácidos nucleicos e peptídeos — essa conversa química começa no momento do FUCA, quando o primeiro RNA liga aminoácidos. O FUCA só se torna um pseudo-protoorganismo funcional quando aprende a sintetizar proteínas de forma autônoma e o código genético começa a operar, mesmo que parcialmente — 30%, 80%, 90%... o que for.”</p>

Fonte: dados da pesquisa

3.2.3 Conexão com *A Floresta dos Vírus*

As reflexões mobilizadas na entrevista convergiram com o capítulo que discute o que é a vida, ao enfatizar que conceitos de vitalidade são históricos e variáveis e que vírus tensionam

fronteiras tradicionais entre vivo e não vivo, perspectiva consolidada por propostas que reconhecem o papel ativo dos vírus nos processos biológicos e ecológicos e que sugerem ampliar a definição de vida para além do enfoque centrado em células e metabolismo, incluindo no debate a ideia de um mundo viral antigo como parte do cenário evolutivo (Koonin; Senkevich; Dolja, 2006; Forterre, 2010; Forterre, 2013; Koonin; Dolja; Krupovic, 2015).

Esse enquadramento dialoga com a hipótese *virus first*, que integra cenários de mundo ribonucleoproteico e descreve um percurso gradual da compartimentalização até a vida celular, conferindo aos vírus um papel estruturante na transição entre química prebiótica e sistemas biológicos e oferecendo uma base conceitual para perguntas provocativas formuladas no capítulo quatro (Weiss *et al.*, 2018; Prosdocimi; Farias, 2025).

A discussão sobre a composição dos vírus e sobre como suas estratégias genômicas e de replicação condicionam a interação com hospedeiros reforçou os argumentos do capítulo três, uma vez que a diversidade de ácidos nucleicos, organização em fita simples ou dupla e segmentação do genoma determinam rotas de entrada celular, localização intracelular de replicação e uso do maquinário do hospedeiro segundo sínteses didáticas recentes e textos de referência em virologia (Stephens *et al.*, 2010; Hopkins, 2021).

As noções de capsídeo como invólucro protetor e de envelope como ampliação funcional foram sustentadas por literaturas acadêmicas que diferenciam vírus por arquitetura e ciclo, o que legitima a ênfase do livro em relacionar forma, genoma e função para fins pedagógicos (Celso *et al.*, 2007; Hopkins, 2021). Ao situar essas propriedades na lógica de comunicação molecular e de linguagem genética, a argumentação do capítulo incorporou visões que tratam o material genético como código compartilhado e os vírus como especialistas na manipulação dessa codificação, o que aproxima conteúdos moleculares de uma epistemologia da biocomunicação (Stephens *et al.*, 2010; Witzany, 2017).

No capítulo 4, a entrevista reforçou que a história evolutiva viral é modular e reticulada, com trocas gênicas extensas e múltiplas origens de proteínas de capsídeo a partir de ancestrais celulares, o que desafia ideias de ancestralidade única e sustenta a leitura de estratégias evolutivas recorrentes (Koonin; Senkevich; Dolja, 2006; Krupovic; Koonin, 2017).

Do ponto de vista ecológico, a literatura recente mostra que virosfera abundante oceanos e outros biomas regula ciclos biogeoquímicos e promove transferência horizontal de genes, justificando a inclusão no livro de conexões entre evolução, ecologia e genética viral como eixo integrador de aprendizado (Roux *et al.*, 2016; Koonin, 2016). A relevância de vírus gigantes e a presença de genes associados à tradução em alguns grupos foram destacadas como

evidências que borram limites tradicionais entre vírus e células, fornecendo exemplos empíricos que enriquecem a narrativa do capítulo cinco (Claverie; Abergel, 2010; Legendre *et al.*, 2018).

A entrevista também sustentou a opção didática de problematização contínua adotada no *ebook*, pois estudos em divulgação científica defendem reconstruções discursivas que traduzam conteúdos complexos para audiências diversas e que fomentem pensamento crítico, especialmente quando se trata de genética e temas controversos como origem da vida e papel dos vírus na natureza (Resende; Klautau Guimarães, 2011; Schmitt, Junior; Carvalho, 2023). Esse alinhamento é coerente com diretrizes curriculares nacionais que recomendam a articulação entre conhecimentos científicos e questões do cotidiano e com análises sobre materiais didáticos que valorizam a mediação por recursos acessíveis e contextualizados, reforçando a pertinência do formato pergunte e discuta adotado na obra (Batista; Cunha e Cândido, 2010; Brasil, 2018).

As ideias debatidas na entrevista funcionaram como chave de revisão para todos os capítulos, ao articular definições de vida sensíveis ao fenômeno viral, descrições estruturais e genômicas ancoradas em manuais de referência e panoramas evolutivos e ecológicos atualizados, o que fortalece a proposta do *ebook* de integrar revisão conceitual e divulgação com base em evidências consolidadas (Koonin, Dolja e Krupovic, 2015; Prosdociami e de Farias, 2025).

4. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como foco a produção de um *ebook* didático, A Floresta dos Vírus, sobre genética viral e divulgação científica, com o objetivo de tornar acessíveis temas que, apesar de sua relevância, ainda são pouco explorados no ensino básico. A escolha por abordar Genética e Virologia surgiu da constatação de que esses conteúdos, embora presentes no currículo, são frequentemente tratados de forma superficial, o que limita a compreensão dos alunos e o desenvolvimento de um pensamento crítico sobre ciência.

O campo da genética viral se mostrou vasto, dinâmico e em constante expansão. A escassez de materiais didáticos que abordem essas questões de forma integrada e atualizada reforça a importância de iniciativas como esta. O *ebook* A Floresta dos Vírus produzido não apenas divulga os avanços científicos recentes, como também contribui para ampliar o debate sobre os vírus e sua relação com os organismos vivos, abrindo espaço para a continuidade da pesquisa e aprofundamento dos temas.

A pesquisa bibliográfica realizada foi essencial para identificar lacunas no ensino e na literatura didática, além de reunir referências que fundamentaram os capítulos do *ebook*. A análise criteriosa dos artigos permitiu construir uma narrativa coerente e provocativa, alinhada com os objetivos da pesquisa e com as demandas educacionais contemporâneas.

A entrevista com o pesquisador Francisco Prosdocimi foi um dos pontos altos do projeto. Ela trouxe contribuições valiosas para os capítulos 3 e 4, além de enriquecer a seção de Resultados e Discussão. As reflexões do entrevistado ajudaram a consolidar conceitos teóricos e ofereceram uma perspectiva atualizada sobre a origem dos vírus, sua estrutura genética e seu papel na evolução dos seres vivos.

A estrutura do *ebook*, A Floresta dos Vírus, baseada em perguntas norteadoras, cumpriu o papel de estimular o pensamento crítico e promover o engajamento dos leitores. Ao apresentar os vírus como entidades que desafiam definições tradicionais de vida, o material convida à reflexão sobre os limites da biologia e da própria ciência. Essa abordagem está em sintonia com os objetivos específicos da pesquisa, que incluíam a criação de um recurso didático inovador e acessível.

Além disso, o projeto reforça a importância da divulgação científica como ferramenta pedagógica. Ao traduzir conteúdos complexos em linguagem clara e contextualizada, A Floresta dos Vírus contribui para a democratização do conhecimento e aproxima a ciência do cotidiano dos estudantes. Essa prática está alinhada com as diretrizes da BNCC, que valorizam a interdisciplinaridade e a formação de cidadãos críticos.

REFERÊNCIAS

- Abreu, Rafaela Ribas; Marques, Marcela; Bittencourt, Alexandre Horácio Couto. **Concepções dos alunos do ensino médio sobre microbiologia por meio de elaboração e aplicação de recursos didáticos**. *Microbiologia*, v. 10, n. 1, ed. 22010, 2022. DOI <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.13051>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13051/10389>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- Baker, Timothy Simpson. *et al.* Structure and assembly of large lipid-containing dsDNA viruses. **Nature Structural Biology: Molecular Biology**, v. 7, n. 2, p. 101-103, 1 fev. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/72360>. Disponível em: https://www.nature.com/articles/nsb0200_101#citeas. Acesso em: 10 out. 2025
- Barbosa Filho, Valter Cordeiro. Revisão sistemática com metanálise. **Cenas Educacionais**, v. 7, 19 abr. 2024. *Cenas Educacionais*. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.13766182>. Disponível em: <https://zenodo.org/records/13766182>. Acesso em: 10 out. 2025.
- Bastos, Cleiton Quintanilha *et al.* **Inclusão do ebook no ensino médio de escola pública na área de ciências de plantas**. *Ebook*, 2021. DOI 10.19180/2447-8180.v5n2021p31-42. Acesso em: 11 fev. 2025.
- Batista, Marcus Vinicius de Aragão; Cunha, Marlécio Maknamara da Silva; Cândido, Alexandre Luna. **Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio**. *Livro Didático*, v. 12, n. 1, p. 145-158, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/cFt9HQYRH3bXv7gFrXTyRxG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.
- Bellini, Marta. Epistemologia da biologia: para se pensar a iniciação ao ensino das Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 88, n. 218, p. 189–207, 2007. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.88i218.763>. Disponível em: <https://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1455>. Acesso em: 25 set. 2025.
- Beres Castrignano, Silvana. O que são vírus? Um novo conceito. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz (BIAL)**, p. 1–3, 2016. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/BIAL/article/view/39830>. Acesso em: 10 out. 2025.

Blikstad, V. *et al.* Endogenous retroviruses. **Cellular And Molecular Life Sciences**, v. 65, n. 21, p. 3348-3365, 27 set. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00018-008-8495-2>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00018-008-8495-2#citeas>. Acesso em: 10 out. 2025.

Brígido, Marcelo de Macedo. As dificuldades em se definir a materialidade do gene em uma ciência em transformação. **Genética na Escola**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 170-183, 10 jun. 2021. Sociedade Brasileira de Genética. <http://dx.doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2021.369>. Disponível em: <https://geneticanaescola.com.br/revista/article/view/369>. Acesso em: 10 out. 2025.

Bushman, Frederic D. RETROVIRAL INSERTIONAL MUTAGENESIS IN HUMANS: evidence for four genetic mechanisms promoting expansion of cell clones. **Molecular Therapy**, v. 28, n. 2, p. 352-356, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ymthe.2019.12.009>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525001620300010?via%3Dihub>. Acesso em: 10 out. 2025.

Cabral, Ivanna Aparecida de Oliveira. ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES FRENTE A BIOLOGIA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO. **Revista Amor Mundi**, v. 4, n. 1, p. 3-9, 20 jan. 2023. Editora Ilustração. <http://dx.doi.org/10.46550/amormundi.v4i1.167>. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/367305288_ALTERNATIVAS_METODOLOGICAS_E_SUAS_CONTRIBUICOES_FRENTE_A_BIOLOGIA_MOLECULAR_NO_ENSINO_MEDIO. Acesso em: 10 out. 2025.

Calafate, Luís. Os Vírus são "singulares" e desafiam os paradigmas da **Ciência**. **Revista multidisciplinar**. Com, v. 4, n. 2, p. 117-133, fev. 2022. NMd - Núcleo Multidisciplinar. <http://dx.doi.org/10.23882/rmd.22094>. Disponível em:

<https://revistamultidisciplinar.com/index.php/oj/article/view/94>. Acesso em: 10 out. 2025.

Carvalho, Roseli Pereira de; ELIAS, Marcelo Alberto. INSTRUMENTALIZAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA EM TEMPOS DE PANDEMIA: uma análise a partir de e-books. **Revista Sítio Novo**, v. 6, n. 3, p. 48, 1 ago. 2022. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins. <http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2022.v6.i3.48-59p>. Disponível em:

<https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1173>. Acesso em: 10 out. 2025.

Calvo, Pablo Guardado. **Estructuras cristalográficas de proteínas de virus animales implicadas en la interacción virus-hospedador**. 2010. 248 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Saúde, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago, 2010. Disponível em: <https://investigacion.usc.gal/documentos/5d1df67229995204f766c4d5>. Acesso em: 10 out. 2025.

Celso, Mário *et al.* Detecção, identificação e quantificação de vírus. In: FLORES, Eduardo Furtado *et al.* **Virologia veterinária**. Santa Maria: UFSM, 2007. cap. 3, p. 61-87. Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiPn7qc8b2KAxUAAbkGHVOqF84QFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.academia.edu%2F22809593%2FVIROLOGIA_VETERIN%25C3%2581RIA&usg=A0vVaw3mrVDNwQe8E2GWbLT5g0Om&opi=89978449. Acesso em: 23 dez. 2024.

Cordaux, Richard; Batzer, Mark. The impact of retrotransposons on human genome evolution. **Nature Reviews: Genetics**, v. 10, n. 10, p. 691-703, out. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nrg2640>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19763152>. Acesso em: 10 out. 2025.

Desfarges, Sébastien; Ciuffi, Angela. Viral Integration and Consequences on Host Gene Expression. In: WITZANY, Günther (ed.). **VIRUSES: essential agents of life**. [S.L]: Springer Dordrecht, 2012. p. 147-175. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4899-6_7. Acesso em: 10 out. 2025.

Disner, Geonildo Rodrigo. A natureza dos vírus sob a teoria do gene egoísta de Dawkins. **Revista Sítio Novo**, Tocantins, v. 5, n. 1, p. 148, 29 dez. 2020. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins. <http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2021.v5.i1.148-157p>. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/822>. Acesso em: 10 out. 2025.

Farias, Sávio Torres de; José, Marco TRANSFER RNA: the molecular demiurge in the origin of biological systems. **Progress In Biophysics and Molecular Biology**, v. 153, p. 28-34, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2020.02.006>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32105652>. Acesso em: 10 out. 2025

Farias, Sávio Torres de; Jose, Marco V.; Prosdocimi, Francisco. Is it possible that cells have had more than one origin? **Biosystems**, v. 202, p. 104371, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystems.2021.104371>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0303264721000289?via%3Dihub>.

Acesso em: 10 out. 2025.

Farias, Savio; Prosdocimi, Francisco. A história natural das células nos sugere uma origem única? **Helius**, v. 3, n. 1, p. 200-218, dez. 2020. Disponível em: www.researchgate.net/publication/350382888_A_historia_natural_das_celulas_nos_sugere_uma_origem_unica?enrichId=rgreq-296ebfeb88ae1c3e27d6d6d1decb563b-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM1MDM4Mjg4ODtBUzoxMDA1MjUyNjkwMDY3NDY2QDE2MTY2ODIzMjY4MTc%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf. Acesso em: 10 out. 2025.

Farias, Sávio Torres de; Prosdocimi, Francisco. RNP-WORLD: the ultimate essence of life is a ribonucleoprotein process. **Genetics And Molecular Biology**, v. 45, n. 31, p. 1-10, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2022-0127>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9528728>. Acesso em: 10 out. 2025.

Farias, Sávio Torres de; Prosdocimi, Francisco. RNP-world: the ultimate essence of life is a ribonucleoprotein process. **Genetics And Molecular Biology**, v. 45, n. 31, p. 1-10, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2022-0127>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/363819064>. Acesso em: 10 out. 2025.

Faulkner, Geoffrey *et al.* The regulated retrotransposon transcriptome of mammalian cells. **Nature Genetics**, v. 41, n. 5, p. 563-571, 19 abr. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/ng.368>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ng.368>. Acesso em: 10 out. 2025.

Felice, Massimo di *et al.* Manifesto pela Cidadania Digital. **Lumina**, v. 12, n. 3, p. 3-7, 30 dez. 2018. Universidade Federal de Juiz de Fora. <http://dx.doi.org/10.34019/1981-4070.2018.v12.21565>. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/lumina/article/view/21565>. Acesso em: 10 out. 2025.

Feschotte, Cédric; Gilbert, Clément. ENDOGENOUS VIRUSES: insights into viral evolution and impact on host biology. **Nature Reviews: Genetics**, v. 13, n. 4, p. 283-296, 16 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nrg3199>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrg3199>. Acesso em: 10 out. 2025.

Flint, Jane *et al.* **PRINCIPLES OF VIROLOGY: molecular biology, pathogenesis and control**. Washington, DC: ASM Press, 2000. 804p. Disponível em: https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay/alma9911759923406676/01NLM_INST:01NLM_INST. Acesso em: 30 out. 2025

Forterre, Patrick. Defining Life: the virus viewpoint. **Origins Of Life and Evolution of Biospheres**, v. 40, n. 2, p. 151-160, 3 mar. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11084-010-9194-1>.

Forterre, Patrick. The virocell concept and environmental microbiology. **The Isme Journal**, v. 7, n. 2, p. 233-236, 4 out. 2012. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1038/ismej.2012.110>.

Francisco Prodocimi (Brasil). Currículo Lattes. Disponível em: https://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizaacv.do;jsessionid=DD9448635348CAF7130CC677A3A5DECB.buscatextual_0. Acesso em: 30 out. 2025.

Gilbert, Clément; Feschotte, Cédric. Genomic Fossils Calibrate the Long-Term Evolution of Hepadnaviruses. **Plos Biology**, v. 8, n. 9, p. 1, 28 set. 2010. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1000495>. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pbio.1000495>. Acesso em: 10 out. 2025.

Guazi, Taísa Scarpin. Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**, v. 2, p. 1-20, 16 dez. 2021. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/2675-3294repi.v2i0.7131>. Disponível em: <https://revista.ufr.br/repi/article/view/e202114>. Acesso em: 10 out. 2025.

Hopkins, Myres. Virologia. In: UNIVERSIDADE DA CALORINA DO SUL. Escola de Medicina. Microbiologia e Imunologia On-line. EUA, 19 mar. 2021. Disponível em: <https://www.microbiologybook.org/Portuguese/virol-port-chapters.htm>. Acesso em: 6 jan. 2025.

Joaquim, Leyla Mariane; El-Hani, Charbel Niño. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 1, p. 93-128, mar. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-31662010000100005>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000100005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 out. 2025.

Katzourakis, Aris; Gifford, Robert, Endogenous Viral Elements in Animal Genomes. **Plos Genetics**, v. 6, n. 11, p. 1001191, 18 nov. 2010. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pgen.1001191>. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pgen.1001191>. Acesso em: 10 out. 2025.

Kenney, Adam D. *et al.* Human Genetic Determinants of Viral Diseases. **Annual Review of Genetics**, v. 51, n. 1, p. 241-263, 27 nov. 2017. Annual Reviews.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-genet-120116-023425>. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28853921>. Acesso em: 10 out. 2025.

Khodeer, Sherif; Pasque, Vincent. ANCIENT VIRAL DNA IN THE HUMAN GENOME SHAPES EARLY DEVELOPMENT: stem-cell models provide evidence that viral DNA sequences that entered the human genome in the past were repurposed to aid early stages of embryonic development. **Nature**, 1 out. 2025. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1038/d41586-025-02970-4>. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/d41586-025-02970-4>. Acesso em: 10 out. 2025.

Koonin, Eugene; Senkevich, Tatiana; Dolja, Valerian. The ancient virus world and evolution of cells. **Biology Direct**, v. 1, n. 1, p. 29, 2006. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1186/1745-6150-1-29>.

Koonin, Eugene; Dolja, Valerian V; Krupovic, Mart. ORIGINS AND EVOLUTION OF VIRUSES OF EUKARYOTES: the ultimate modularity. **Virology**, v. 479-480, p. 2-25, Maio 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.virol.2015.02.039>.

Krupovic, Mart; Koonin, Eugene. Multiple origins of viral capsid proteins from cellular ancestors. **Proceedings Of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 12, 6 mar. 2017.

Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1621061114>.

Kulmann-Leal, Bruna; Silva, Amanda Gonzalez da; Chies, José Artur Bogo. VÍRUS: o que são, de onde vêm e para onde vamos? a covid- 19 como exemplo para entender o mundo dos vírus. **Bio Diverso: Ciência na Pandemia**. v. 2, p. 1-20, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366581787_Virus_o_que_sao_de_onde_vem_e_para_onde_vamos_A_COVID-

[19 como exemplo para entender o mundo dos virus REVISAO E SINTESE](https://www.researchgate.net/publication/366581787_Virus_o_que_sao_de_onde_vem_e_para_onde_vamos_A_COVID-19_como_exemplo_para_entender_o_mundo_dos_virus). Acesso em: 10 out. 2025.

Medeiros, Igor Valencio; Florio, Octavio Chioda; Campos, Ricardo Rodrigues Fernandes.

VIROLOGIA PARA ALÉM DO ENSINO REGULAR: compreendendo a importância dos vírus para a vida no planeta terra. 2022. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ee570b1b-b411-4805-aa87-de9c07eef277>.

Acesso em: 10 out. 2025.

Melo, José Romário de; Carmo, Edinaldo Medeiros. INVESTIGAÇÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO BRASILEIRO:

reflexões sobre as publicações científicas. **Genética**. v. 15, ed. 3, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300009>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/5JWTLcfnpvhv37Sb5FNpR5XR/#>. Acesso em: 10 jul. 2024.

Miceli, Bruna Sarpa; Rocha, Marcelo Borges. Análise da natureza da ciência em textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 37-55, 5 maio 2020. Cruzeiro do Sul Educacional.

<http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2436>. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/341167340_Analise_da_natureza_da_ciencia_em_textos_de_divulgacao_cientifica_sobre_genetica_inseridos_em_livros_didaticos?enrichId=rgreq-468a3cec5c1d48363e982c78e29e36eb-

XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0MTE2NzZlM0MDtBUzoXMDAyODYzMDU2NjUwMjQwQDE2MTYxMTI1OTM0MjY%3D&el=1_x_2. Acesso em: 10 out. 2025.

Moreira, César Henrique Pinto; Silva, Wanieverlyn de Lima; Brito, Luana Patrícia Silva de; Santos, Andressa Rodrigues dos; Araújo, Monica Lopes Folena. CONCEPÇÕES DE CONTEXTUALIZAÇÃO NA PRÁTICA DE GENÉTICA: um olhar para a formação inicial de professores de ciências biológicas, 2017. **PubMed**, ISSN (DIGITAL): 2174-6486.

Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/41_-_Concepcoes_de_contextualizacao_na_Pratica_de_Genetica.pdf. Acesso em: 12 jul. 2024.

Paiva, Rafael da Silva. Revisão bibliográfica sobre o uso de recursos didáticos para o ensino de ciências biológicas, 2022. **PubMed**. DOI 10.51189/conlinps/7740. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/REVISÃO-BIBLIOGRÁFICA-SOBRE-O-USO-DE-RECURSOS-PARA-Paiva/d6464c1e592636cb5547bf5d35a25ba17ca2553b>. Acesso em: 4 jul. 2024.

Prodocimi, Francisco; Farias, Savio Torres de. VIRUS-FIRST THEORY REVISITED: bridging rnp-world and cellular life. **Microbiology Research**, v. 16, n. 7, p. 154, 7 jul. 2025. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/microbiolres16070154>

Prodocimi, Francisco; Farias, Sávio Torres de. Origin of life: drawing a big picture. **Progress In Biophysics and Molecular Biology**, v. 180-181, n. 0, p. 28-36, jul. 2023. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2023.04.005>. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37080436>. Acesso em: 10 out. 2025.

Prodocimi, Francisco; Farias, Savio. Vírus: reinterpretando a história natural e sua importância ecológica. **Helius**, v. 3, n. 2, p. 1791-1811, dez. 2020. Disponível em: www.researchgate.net/publication/350382949_Virus_reinterpretando_a_historia_natural_e_s

[ua_importancia_ecologica?enrichId=rgreq-ed5c449a61f62ad966b5a9260898323e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM1MDM4Mjk0OTtBUzoXMDA1MjU0NTU2NTQ1MDI3QDE2MTY2ODI3NzE3MzQ%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf](https://www.scribd.com/document/611111111/ua_importancia_ecologica?enrichId=rgreq-ed5c449a61f62ad966b5a9260898323e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM1MDM4Mjk0OTtBUzoXMDA1MjU0NTU2NTQ1MDI3QDE2MTY2ODI3NzE3MzQ%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf). Acesso em: 10 out. 2025.

Prosdocimi, Francisco; José, Marco V.; Farias, Sávio Torres de. The Theory of Chemical Symbiosis: a margulian view for the emergence of biological systems (origin of life). **Acta Biotheoretica**, v. 69, n. 1, p. 67-78, 11 ago. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10441-020-09388-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10441-020-09388-7>. Acesso em: 10 out. 2025.

Prosdocimi, Francisco; Farias, Sávio Torres de; José, Marco, PREBIOTIC CHEMICAL REFUGIA: multifaceted scenario for the formation of biomolecules in primitive earth. **Theory In Biosciences**. v. 141, n. 4, p. 339-347, 30 ago. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12064-022-00377-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s12064-022-00377-7>. Acesso em: 10 out. 2025.

Prosdocimi, Francisco; Farias, Savio Torres de. The Evolution of Biological Compartmentalization: coacervates, capsids, and membranes. **SSRN**, 05 mar. 2025. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5206331. Acesso em: 10 out. 2025.

Ramos, Roberto Santos. O vírus e o conceito de vida em tempos de pandemia. **Princípios**, v. 40, n. 162, p. 299-328, 2021. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.4322/principios.2675-6609.2021.162.013>. Disponível em: <https://revistapricipios.emnuvens.com.br/principios/article/view/123>. Acesso em: 10 out. 2025.

Resende, Tatiane; Klautau-Guimarães, Maria de Nazaré. A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética. **Abrapec**, maio 2021. https://abrapec.com/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1056-1.pdf

Roux, Simon *et al.* Ecogenomics and potential biogeochemical impacts of globally abundant ocean viruses. **Nature**, v. 537, n. 7622, p. 689-693, set. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature19366>.

Sanchez-Castro, Eduardo; Pajuelo-Reyes, Cecilia. Importancia de la genética como ciencia con relación a la pandemia de Covid-19. v. 20, ed. 4, 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v20i4.2944>. Disponível em: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312020000400690&script=sci_arttext.

Acesso em: 4 jul. 2024.

Schmitt, Lilian Alves; Albiero Júnior, Alci; CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Trazendo a Prática da Educação em Ciências e em Biologia de Volta à Vida. **Educação & Realidade**. v. 48, n. 1, p. 1, abr. 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-6236125347vs01>.

Silva, Cirlande Cabral da; Cabral, Hiléia Monteiro Maciel; Castro, Patrícia Macêdo de. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **SciELO**, 2019, v. 21, ed. 3, p. 718-737, 2019. DOI 10.20396/etd.v21i3.8651972. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/etd/v21n3/1676-2592-etd-21-03-718.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2024

Silva, Françoês Soares; Pieri, Fabio Alessandro. Abordagens investigativas no ensino de microbiologia para a promoção da alfabetização científica dos estudantes de nível médio. v. 26, ed. 2, p. 47-57, 2022. Disponível em: www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi. Acesso em: 10 jul. 2024.

Silva, Jéssica Maria da. **GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA: aprendizagem e motivação nas aulas de genética molecular**. Orientador: Prof.^a Dra. Micheline Barbosa da Motta. 2020. TCC (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39654>. Acesso em: 4 jul. 2024

Silva, Priscila Medeiros da. O uso de tecnologias no ensino de biologia. Ensino de Biologia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2175/1/TCC%20PRISCILA.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2024.

Silva, Raíssa Diógenes; Pereira, Hadassa Coêlho; Cristal, Júlia Luges; Portela, Antônia Eduarda Souza; Corrêa, Edailson de Alcântara. Estudo e estruturação de desenhos técnicos de agentes virais de importância biotecnológica e de saúde. **SciELO**, 2023. Disponível em: <https://homepublishing.com.br/index.php/cadernodeanais/article/view/1028/1139>. Acesso em: 12 jul. 2024.

Stephens, Paulo Roberto Soares *et al.* Virologia: Capítulo 2. In: Stephens, Paulo Roberto Soares; Oliveira, Maria Beatriz Siqueira Campos de; Ribeiro, Flávia Coelho; Carneiro, Leila Abboud Dias. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. 2010. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/cap2.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2025.

Vasconcelos, Simão Dias; Souto, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Educ@**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 93-

104, 2003. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000100008&script=sci_abstract. Acesso: 01 dez, 2025.

Weingartner-Gabbay, Shira *et al.* Systematic discovery of cap-independent translation sequences in human and viral genomes. **Science**, v. 351, n. 6270, 15 jan. 2016. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aad4939>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aad4939>. Acesso em: 10 out. 2025.

Witzany, Guenther. Keyslevels of biocommunication. In: GORDON, Richard; SECKBACH, Joseph (ed.). **BIOCOMMUNICATION**: sign-mediated interactions between cells and organisms. Usa: World Scientific, 2017. p.37-58. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/q0013#t=aboutBook>. Acesso em: 10 out. 2025.

Witzany, Guenther. How Viruses Made Us Human. **Oxford Handbook of Human Symbolic Evolution**, [S.L.], p. 517-534, 14 abr. 2021. Oxford University Press. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198813781.013.5>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350877835_How_viruses_made_us_humans. Acesso em: 10 out. 2025.

Zanata, Thiago *et al.* A CIÊNCIA DA MICROBIOLOGIA COMO CONTEÚDO NO LIVRO DIDÁTICO UTILIZADO NA REDE PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO EM MATO GROSSO: uma análise documental. **REAMEC**: Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 23087, 27 nov. 2023. Revista REAMEC. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v11i1.16000>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/16000>. Acesso em: 10 out. 2025.

APÊNDICE 1 – TCLE

Arquivo enviado ao entrevistado:

<https://www.dropbox.com/scl/fi/rph6zmtph81e6pa5hotqz/tcle-1-2.pdf?rlkey=bjdmfddxx86j9xy2ckxmcvhipi&st=3sj2fue&dl=0>

Confirmação: (aguardando e-mail)

APÊNDICE 2 – ROTEIRO DA ENTREVISTA

Roteiro de perguntas: <https://www.dropbox.com/scl/fi/q13zsjtsc196f5ax9um34/Francisco-perguntas.docx?rlkey=4fypuji7u62efr59clb2f8skp&st=7d91g9pc&dl=0>

Caso o *link* não abra imediatamente, favor copiar e colar no navegador.

APÊNDICE 3 – A FLORESTA DOS VÍRUS

Ebook: <https://www.dropbox.com/scl/fi/eobfm0w2a9xu6pplokvmv/EBOOK-A-FLORESTA-DOS-VIRUS.pdf?rlkey=xlowbac7e76h2gpgyp073me1r&st=vtvz9lrj&dl=0>

Caso o *link* não abra imediatamente, favor copiar e colar no navegador.



ATA DE DEFESA DO TCC

Às 09 h do dia 06/11/2025, pela plataforma *Google Meet*, reuniu-se a banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Licenciatura em Biologia do *campus* Planaltina do IFB, sob a presidência do(a) orientador(a) **Profa. Dra. Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão** e participação das examinadoras **Profa. Dra. Mônica Alves de Macedo** e **Profa. Dra. Renata Henrique Santana**, para avaliar o TCC intitulado: **A FLORESTA DOS VIRUS: REVISÃO GENÉTICA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**, apresentado pelo(a) discente **Beatriz Romeiro Ferreira Araújo Benício**, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado(a) em Biologia. A presidência declarou instalados os trabalhos, dando início à mencionada apresentação que durou cerca de 40 minutos. Em seguida, foram realizadas as perguntas dos examinadores. Na sequência, a banca se retirou para deliberações e cálculo da média. Em seguida, a banca retornou à plataforma *Google Meet*, ocasião em que a presidência leu o resultado alcançado, que é o seguinte:

MÉDIA igual a 10,0

Recomendação:

- () Aceito sem modificação
 (X) Aceito com modificação, tendo o prazo de 15 dias para entrega da versão final
 () Recusado


Nada mais havendo para ser tratado, a presidência deu por encerrados os trabalhos às 10:40 h, agradecendo aos presentes e lavrando esta ata, que depois de lida e aprovada, é enviada ao e-mail do(a) discente e dos examinadores para anuência.


Obs: caso o(a) discente não entregue a versão final, haverá restrições relativas à emissão de documentos por parte do registro acadêmico, tais como: declaração de conclusão de curso, histórico escolar completo, diplomas e outros documentos inerentes às informações comprobatórias de conclusão deste curso.

Assinaturas:  Documento assinado digitalmente
SUSANA SUELY RODRIGUES MILHOMEM PAIXÃO
 Data: 06/11/2025 10:56:45-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientador(a):

Examinadores(as):  Documento assinado digitalmente
RENATA HENRIQUE SANTANA
 Data: 06/11/2025 13:20:46-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

 Documento assinado digitalmente
MONICA ALVES DE MACEDO
 Data: 06/11/2025 14:47:36-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Discente:  Documento assinado digitalmente
BEATRIZ ROMERO FERREIRA ARAUJO BENICIO
 Data: 28/11/2025 21:55:32-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento Digitalizado Público

TCC da Beatriz Romeiro Ferreira Araújo Benício

Assunto: TCC da Beatriz Romeiro Ferreira Araújo Benício
Assinado por: Sílvia Fernandes
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Sílvia Dias da Costa Fernandes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/12/2025 10:15:57.

Este documento foi armazenado no SUAP em 09/12/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 779368

Código de Autenticação: e97b518074

