

MARIA VICTÓRIA CORNÉLIO

**ENSINO DA MORFOLOGIA DA PARTÍCULA VIRAL PARA DEFICIENTES
VISUAIS ATRAVÉS DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS**



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

João Pessoa

2025

MARIA VICTÓRIA CORNÉLIO

**ENSINO DA MORFOLOGIA DA PARTÍCULA VIRAL PARA DEFICIENTES
VISUAIS ATRAVÉS DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS**

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

Orientador: **Prof. Dr. Marcelo Moreno**

João Pessoa
2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C814e Cornelio, Maria Victoria.

Ensino da morfologia da partícula viral para deficientes visuais através de modelos tridimensionais / Maria Victoria Cornelio. - João Pessoa, 2025.
66 p. : il.

Orientação: Marcelo Moreno.

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

1. Ensino de virologia. 2. Estudantes com deficiência visual. 3. Fotogrametria. 4. Modelos tridimensionais 3D. I. Moreno, Marcelo. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

MARIA VICTÓRIA CORNÉLIO

**ENSINO DA MORFOLOGIA DA PARTÍCULA VIRAL PARA DEFICIENTES
VISUAIS ATRAVÉS DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS**

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

Data: _____

05/05/2025

Resultado: _____

Superada

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo Moreno, DCB/CCS/UFPB

Orientador

Dra. Maria do Céu Rodrigues Pessoa, DSE/CCEN/UFPB

Avaliadora

Ma. Rafaela Sales Pereira Roxo, UFPE

Avaliadora

Ma. Pietra Rolim Alencar Marques Costa, UFPE

Suplente

Aos vírus, que nos desafiam a compreender a vida em suas formas mais complexas, e à educação, que transforma desafios em caminhos para um mundo mais equitativo e consciente.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Primeiramente, a Deus, provedor de toda força, sabedoria, para trilhar o percurso acadêmico e desenvolver este trabalho, paciência, resiliência e capacitação.

Aos meus pais (Adervânia e Wellington), um agradecimento especial por seu apoio incondicional, compreensão, motivação e investimento na minha educação, sempre buscando me proporcionar o melhor. Sem o incentivo e amor de vocês, não teria sido possível alcançar esse objetivo. A minha irmã, Maria Eliza, que tornou todo o processo mais leve com a sua inestimável companhia e paz de espírito.

Ao meu orientador, professor Marcelo Moreno, pela orientação, paciência e sabedoria compartilhada durante todo o processo. Sua dedicação e comprometimento foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para meu crescimento acadêmico.

Agradeço, especialmente, aos professores que nunca esquecerei pela sua metodologia de ensino, compromisso, dedicação e paixão pela profissão. Agradeço também aos colegas do curso de Ciências Biológicas, que, com suas contribuições e discussões, enriqueceram minhas ideias e reflexões. Cada um de vocês teve um papel fundamental na minha trajetória acadêmica.

Ao Hugo Tenaglia, que trouxe luz, leveza e novas perspectivas para minha vida, além de me incentivar com palavras e gestos a não desistir. Seu companheirismo foi fundamental para que eu pudesse concluir esta etapa com serenidade e confiança.

Aos membros da banca, por aceitarem e se disponibilizarem para contribuir com a minha formação.

Muito obrigada.

RESUMO

Este trabalho apresenta a elaboração de uma proposta de sequência didática voltada ao ensino da morfologia da partícula viral para estudantes com deficiência visual, utilizando modelos impressos tridimensionais (3D), a partir de arquivos construídos utilizando a fotogrametria. A iniciativa surgiu da necessidade de promover a inclusão e a acessibilidade no ensino de Biologia, especialmente no campo da Virologia, cujo conteúdo é frequentemente abstrato e pouco adaptado às necessidades de alunos com deficiência visual. A metodologia adotada fundamentou-se na impressão desses modelos, na pesquisa bibliográfica, no uso de Metodologias Ativas e na técnica de Ensino por Investigação, promovendo o protagonismo discente no processo de construção do conhecimento. A sequência didática, composta por três aulas de 50 minutos, integra recursos táteis e auditivos, como modelos impressos tridimensionais 3D, áudio- descrição e apostilas em braile. Os resultados obtidos com a proposta indicam seu potencial em favorecer a aprendizagem significativa, promover a autonomia dos estudantes e ampliar o acesso ao conteúdo microbiológico de forma inclusiva. Conclui-se que a utilização de modelos impressos tridimensionais 3D é uma estratégia eficaz para o ensino da morfologia viral, contribuindo para práticas pedagógicas mais equitativas e sensíveis à diversidade dos aprendizes.

Palavras-chave: Ensino de virologia; Estudantes com deficiência visual; Fotogrametria; Modelos tridimensionais 3D.

ABSTRACT

This work presents the development of a didactic sequence proposal aimed at teaching the morphology of viral particles to students with visual impairments, using three-dimensional (3D) printed models based on files constructed through photogrammetry. The initiative arose from the need to promote inclusion and accessibility in Biology education, particularly in the field of Virology, which often involves abstract content that is rarely adapted to the needs of visually impaired students. The adopted methodology was based on the printing of these models, bibliographic research, the use of Active Methodologies, and the Inquiry-Based Teaching approach, fostering student protagonism in the construction of knowledge. The didactic sequence, composed of three 50-minute lessons, integrates tactile and auditory resources, such as 3D printed models, audio description, and Braille handouts. The results obtained from this proposal indicate its potential to promote meaningful learning, support student autonomy, and expand inclusive access to microbiological content. It is concluded that the use of 3D printed models is an effective strategy for teaching viral morphology, contributing to more equitable pedagogical practices that are sensitive to the diversity of learners.

Keywords: Photogrammetry; Students with visual impairments; Three-dimensional (3D) models; Virology education.

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1 –Figuras esquemáticas das partículas virais envelopadas e não- envelopados.....	20
Figura 2 – Replicação Viral de um típico vírus DNA de filamento duplo	24
Figura 3- Resina de impressora 3D tipo abs Elegoo®	32
Figura 4- Impressora 3D ELEGOO SATURN 3® Ultra.....	32
Figura 5- Impressora 3D Saturn S 4k Elegoo®.....	33
Figura 6- Modelo tridimensional da partícula do rotavírus após impressão, sem pintura.....	34
Figura 7- Modelo tridimensional da partícula do rotavírus.....	34
Figura 8- Imagem real da partícula do rotavírus produzida por fotogrametria.....	35
Figura 9- Micrografia eletrônica do rotavírus.....	35
Figura 10- Modelos tridimensionais utilizados no projeto de extensão.....	38
Figura 11- Modelos tridimensionais utilizados no projeto de extensão.....	39
Figura 12- Modelo tridimensional do vírus do mosaico do tabaco (TMV).....	40
Figura 13- Micrografia eletrônica do vírus do mosaico do Tabaco (TMV).....	40
Figura 14- Modelo tridimensional do vírus HPV (Papilomavírus Humano).....	41
Figura 15- Micrografia eletrônica do Papilomavírus humano (HPV).....	41

Figura 16- Modelo tridimensional do vírus do mosaico do tabaco (TMV).....	42
Figura 17- Micrografia eletrônica do vírus do mosaico do tabaco (TMV).....	42
Figura 18- Modelo tridimensional da partícula do SARS-CoV-2.....	43
Figura 19- Micrografia eletrônica da SARS-COV.....	43
Figura 20- Modelo tridimensional do rinovírus.....	44
Figura 21- Micrografia eletrônica do rinovírus.....	44
Figura 22- Modelo tridimensional do vírus da Poliomielite (Paralisia Infantil).....	45
Figura 23- Micrografia eletrônica da poliomielite.....	45
Figura 24- Modelo tridimensional do nucleocapsídeo do HIV.....	46
Figura 25- Vírion do HIV.....	47
Figura 26- Arranjo do capsídeo em um vírus icosaédrico, o adenovírus.....	47
Figura 27- Micrografia eletrônica do adenovírus.....	48
Figura 28- Morfologia de um bacteriófago com simetria composta.....	48

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Págs.

Quadro 1 - Apêndice A- Sequência Didática sobre Morfologia da partícula viral para deficientes visuais 60

Tabela 1 – Anexo A- Tabela amostral do índice de deficientes visuais na população brasileira
.....64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP- Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

HPV - Papilomavírus Humano

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICTV- International Committee on Taxonomy of Viruses

IST- Infecção Sexualmente Transmissível

LDBEN- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PNEs- Pessoas com necessidades específicas

SD- Sequência Didática

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Biologia Geral dos Vírus	18
2.2 O ensino de microbiologia na educação básica	24
2.3 Metodologias ativas voltadas para o ensino de microbiologia para pessoas com deficiência visual	28
3 OBJETIVOS	30
3.1 Objetivo Geral	30
3.2 Objetivos Específicos	30
4 METODOLOGIA	31
4.1 Tipo de pesquisa	31
4.2 Procedimentos Metodológicos	31
4.3 Produção da Sequência Didática	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Proposta para aplicação da sequência didática no ensino médio	36
REFERÊNCIAS	53
APÊNCICES	60
ANEXOS	64

1 INTRODUÇÃO

Há séculos, as doenças infecciosas vêm assolando diferentes populações ao redor do mundo, representando um desafio persistente para a saúde pública e afetando significativamente a qualidade de vida dos indivíduos. Desde a Idade Média até os surtos contemporâneos, esses eventos continuam a provocar impactos profundos não apenas na saúde, mas também nas esferas política, econômica e social (CÂMARA, F. P.; PORTELA CÂMARA, D. C.; MORENO, 2020). As epidemias revelam desigualdades, desestabilizam sistemas de saúde e exigem respostas coordenadas e eficazes das autoridades públicas.

No início do surto de febre tifóide, ocorrido nos Estados Unidos, na época de 1907, a imigrante irlandesa Mary Mallon foi culpabilizada por ser disseminadora da doença e, em consequência, foi mantida em quarentena em uma ilha, contra sua vontade, além de ter sido privada à liberdade (TEICHER, 2020; A PORTADORA, 2022). Este fato revela que o pânico instaurado na sociedade a respeito das doenças infecciosas, pode ir de encontro aos Direitos Humanos, seja pela irracionalidade ou pela escassez de conhecimento na área da Microbiologia, uma vez que a Organização das Nações Unidas (1948) estabeleceu que:

Art. 1. Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos. São dotados de razão e consciência e devem agir em relação uns aos outros com espírito de fraternidade.

Art. 2. 1. Todo ser humano tem capacidade para gozar os direitos e as liberdades estabelecidos nesta Declaração, sem distinção de qualquer espécie, seja de raça, cor, sexo, língua, religião, opinião política ou de outra natureza, origem nacional ou social, riqueza, nascimento, ou qualquer outra condição.

2. Não será também feita nenhuma distinção fundada na condição política, jurídica ou internacional do país ou território a que pertença uma pessoa, quer se trate de um território independente, sob tutela, sem governo próprio, quer sujeito a qualquer outra limitação de soberania.

Art.3. Todo ser humano tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal.

Art. 15. 1. Todo ser humano tem direito à liberdade de locomoção e residência dentro das fronteiras de cada Estado.

Com isso, percebe-se que é imprescindível o ensino da Virologia, desde a Educação Básica, de forma que seja acessível a todos os públicos, para que haja maior respeito aos Direitos Humanos e melhor qualidade de vida. Atualmente, os conteúdos de virologia na Educação Básica aparecem na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contendo o seguinte enfoque:

(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas. (BRASIL, 2018, pág. 339);

(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc. (BRASIL, 2018, pág. 347).

Logo percebe-se que o conteúdo é ministrado no Ensino Fundamental, especificamente no 4º ano e 7º ano, onde os educandos estão na faixa etária entre 8 a 10 anos e 12 a 13 anos respectivamente, e é tratado de forma superficial. No Ensino Médio a temática está inserida na BNCC (BRASIL, 2018, pág. 556) como Competência Específica 2 tratando-se de “processos epidemiológicos”, mas não possui detalhamentos.

Todavia, é sabido que os estudos a respeito da microbiologia só foram possíveis devido a invenção do microscópio óptico (SANTOS, 2020; HAAVISTO, 2022), uma vez que se trata de microrganismos invisíveis ao olho nu. Logo, o ensino de microbiologia é bastante desafiador, pois necessita de um esforço maior de abstração por parte dos discentes (ANTUNES *et al.*, 2012). Dessa forma, recursos como slides, microscópios ópticos e programas de softwares são bastantes utilizados em sala de aula, para aproximar os educandos da realidade, porém estes recursos não conseguem ser eficientes para os discentes com deficiências visuais.

Contemporaneamente, muito se discute sobre educação inclusiva voltada para deficientes visuais, já que, de acordo com os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, 18,6% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual, sendo 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual severa, das quais 506 mil são totalmente cegas, 6 milhões possuem grande dificuldade para enxergar

e 29 milhões apresenta alguma dificuldade para enxergar (**Anexo A**).

Um grande marco para a educação inclusiva foi a declaração de Salamanca - 1994, que defendeu que os deficientes devem receber a mesma educação que os outros estudantes regulares (UNESCO, 1994). Com isso, leis e decretos foram criados e revisados para garantir a inclusão total das pessoas com necessidades específicas (PNEs), como, por exemplo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN, Lei 9.394/1996), que assegura que as pessoas com necessidades específicas tenham as mesmas oportunidades de aprendizado que os alunos comuns, através de currículos, métodos e recursos específicos que permitam a compreensão efetiva dos conteúdos, além de professores capacitados para garantir a integração desses educandos com os demais alunos (BRASIL, 1996).

Dessa forma, os modelos tridimensionais 3D produzidos a partir da fotogrametria (formação tridimensional real do objeto a partir de várias imagens bidimensionais dele), permite uma representação real do material original, que pode ser assimilada de forma visual e/ou tátil. Diversas áreas de estudo que envolvem artefatos, espécimes ou estruturas anatômicas já utilizam essa abordagem, pois os modelos 3D gerados oferecem novas formas de interagir com os materiais (TÓTH *et al.*, 2021). Além disso, os modelos tridimensionais 3D tornam o aprendizado significativo, uma vez que o alunado pode visualizar, tocar, investigar e interpretar de forma real e clara partículas com detalhes das superfícies que, normalmente, não perpassam o abstrato, além de suprir necessidades específicas de determinados grupos de educandos. Acrescenta-se que, através das estruturas 3D podemos criar modelos que explique, por exemplo, a resistência incomum dos coronavírus (MORENO, 2024).

Os modelos tridimensionais (3D) possibilitam a exploração de diversas áreas do conhecimento, expandindo nossa compreensão desde o universo microscópico até o macroscópico. A utilização dessa tecnologia traz benefícios ao processo de aprendizagem, colocando o estudante em uma posição mais imersiva, devido à ativação de outros sentidos humanos além da visão, aumentando sua percepção sobre o conteúdo ensinado (BASSOLI, 2014; LANDINHO *et al.*, 2019). Dessa forma, o ensino não se baseará apenas na capacidade de memorização e reprodução. Acredita-se que, nesse contexto, o estudante desenvolverá uma memória sensorial 3D, que oferece ao espectador um pensamento tridimensional, garantindo uma memorização mais duradoura do conteúdo apresentado e promoção de uma experiência significativa. (CLEMENSEN; STARK, 2015).

Nessa perspectiva, o uso dessa abordagem está alinhado com um conceito recentemente difundido na sociedade – o movimento *maker do-it-yourself*, "faça você mesmo" (DIY), que sugere que o indivíduo pode criar um objeto sem precisar contratar um serviço especializado

(CAMPOS, 2023). Portanto, a implementação desse recurso no ensino influenciará positivamente a atitude dos estudantes, incentivando sua iniciativa e criatividade.

Outrossim, os modelos tridimensionais da morfologia da partícula viral, podem ser eficazes no processo de ensino-aprendizagem acerca da Microbiologia, especificamente a Virologia, para deficientes visuais, uma vez que estes poderão aprender tateando os modelos 3D, os quais permitirão a identificação de proteínas que constituem a morfologia viral. Tendo em vista que o ensino desta temática é bastante desafiador por tratar-se de organismos invisíveis ao olho nu, os modelos tridimensionais se fazem de valiosa importância para promover um aprendizado real, significativo e eficaz.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma proposta de Sequência Didática (SD) sobre a morfologia da partícula viral para deficientes visuais, na tentativa de tornar o ensino justo e igualitário, tendo em vista os desafios e lacunas do ensino de microbiologia no Ensino Médio, especialmente, para o público com deficiência visual. A SD desenvolvida neste trabalho visa promover um ensino de Biologia crítico, reflexivo, significativo e aplicável ao cotidiano, pois o ensino de biologia deve proporcionar aos educandos bases científicas para que construam seus conhecimentos através de atividades práticas que estejam interligadas a construção social (ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

O atual trabalho tem caráter qualitativo e é classificado como teórico, este necessitou de pesquisas bibliográficas relacionadas ao tema para construção desta proposta. No primeiro momento, a análise das bases teóricas estava relacionada a construção dos objetivos e das problemáticas. Em seguida, a pesquisa foi embasada num projeto de extensão, do qual participamos no ano de 2024, intitulado “ENSINO DA MORFOLOGIA DA PARTÍCULA VIRAL PARA ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA ATRAVÉS DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS” sob a coordenação do Professor Marcelo Moreno; além de livros e artigos científicos a respeito da temática.

O resultado deste trabalho é o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) fundamentada em Metodologias Ativas, incluindo abordagens como o Ensino por Investigação e o uso de Tecnologias Educacionais, que colocam o aluno como protagonista no processo de construção do conhecimento, além de integrar recursos táteis como os modelos tridimensionais da morfologia da partícula viral para facilitar os processos cognitivos. A seguir, será apresentada a base teórica necessária para orientar os docentes interessados em implementar esta SD.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Biologia Geral dos Vírus

Os vírus constituem agentes infecciosos microscópicos, com a capacidade de parasitar organismos pertencentes a distintos reinos biológicos, incluindo animais, plantas, fungos e até mesmo bactérias. Estruturalmente, são formados por um genoma composto por ácido desoxirribonucleico (DNA) ou ácido ribonucleico (RNA), o qual encontra-se protegido por uma estrutura proteica denominada capsídeo. Em determinados vírions, a partícula viral infecciosa, há ainda a presença de um envelope lipídico que envolve o capsídeo, conferindo características adicionais à sua estrutura e à sua interação com as células hospedeiras.

Estrutura Viral

Em 1935, Stanley cristalizou o vírus do mosaico do tabaco, gerando grandes indagações sobre esse agente infeccioso, precisamente no que diz respeito se tal entidade era um ser vivo ou apenas uma molécula nucleoproteica. Na ocasião, Norman Pirie ressaltou que alguns cientistas possuíam um olhar mais teológico do que operacional sobre o conceito de vida (PIRIE, 1957). No entanto, para muitos virologistas, tal conceito não se aplica às entidades biológicas trabalhadas nesta pesquisa; o que de maneira única poder-se-ia simplesmente dizer que vírus são vírus, não se encaixando dentro dos conceitos de vivo ou morto, considerando que diversas áreas se aventuram a definir o conceito de vida; e tal função acadêmica não caberia aos virologistas, o que atualmente estão direcionados a uma definição operacional, sendo portanto, essa discussão se vírus é vivo ou morto, superada desde a década de 1960 (MORENO, 2024).

Os vírus são partículas que não são caracterizadas como células, estes apresentam ciclo de vida diferente dos organismos não virais, apresentam uma fase reprodutiva intracelular, e outra fase não reprodutiva extracelular. Estas entidades biológicas não possuem nenhuma organela funcional e são dependentes da maquinaria dos seus hospedeiros, contendo apenas um tipo de ácido nucléico funcional, DNA ou RNA, nunca ambos, como repositório genético principal (BURRELL; HOWARD; MURPHY, 2017). Por esta singularidade gênica, o professor David Baltimore, em 1971, classificou os vírus de acordo com a estratégia de replicação e do tipo de ácido nucléico viral, sendo esta classificação chamada de classificação de Baltimore (ICTV, 2025).

A estrutura do vírion, partícula infecciosa completa, ou seja, possui todos os atributos para infectar uma célula, apresenta diferentes níveis de complexidade. A mais simples é

constituída por uma única molécula de ácido nucleico, envolvida por uma capa de proteína, chamada de capsídeo. A união do capsídeo com o ácido nucleico constitui o nucleocapsídeo. O nucleocapsídeo de alguns vírions basicamente é formado por essa capa proteica, o capsídeo, e no seu interior, encontra-se o genoma, estes são os vírus não-envelopados (vírus nu). Por outro lado, existem vírions cujo nucleocapsídeo é coberto por um envelope lipoproteico, estes são os vírions envelopados (**Figura 1**). Os vírions nu são mais resistentes às condições ambientais, ao passo que os vírus envelopados são mais frágeis no meio ambiente e inativados por solventes lipídicos. A ação desses solventes ou detergentes sobre os vírions envelopados destroem o envelope viral de natureza lipídica, consequentemente essa partícula viral, sem o envelope, perde suas estruturas moleculares mais externas, os peplômeros (do grego *peplos* = envelope) ou suas espículas glicoproteicas (do inglês *spikes*), não iniciando o processo de contato com a célula a ser infectada -adsorção (BURRELL; HOWARD; MURPHY, 2017).

O capsídeo é formado por um número específico de unidades morfológicas chamadas de capsômeros, os quais estão unidos através de ligações não covalentes. No interior de uma célula infectada, os capsômeros sofrem automontagem para formar o capsídeo, que por sua vez, pode apresentar simetria icosaédrica, helicoidal, composta ou complexa (Santos, 2020).

O tamanho dos vírus, uma de suas propriedades fundamentais, pode variar significativamente — desde aproximadamente 20 nanômetros até algumas centenas de nanômetros. Em relação a morfologia viral, os vírus podem apresentar formato esférico, filamentosos, paralelepípedico ou semelhantes à estrutura de um espermatozoide. No entanto, cientificamente, não é apropriado referir-se a “forma” do vírus, quando se estuda a sua estrutura, mas deve ser considerado a sua simetria (CASPAR & KLUG, 1962).

Dessa forma, levando em consideração a função biológica da partícula viral de permanecer ativa no meio, tem-se uma melhor definição a respeito destas entidades biológicas: "Entidade biológica desprovida de metabolismo próprio, e, portanto, dependente de um sistema vivo para multiplicação e perpetuação do seu genoma na superfície do planeta Terra" (MORENO, M., 2002, comunicação pessoal) Ou de acordo com Alberts, et al (2019) pode ser definido através de uma definição clássica, que leva em consideração suas características e propriedades biológicas:

" Eles são, essencialmente, fragmentos de ácidos nucleicos (DNA ou RNA) que codificam um número relativamente pequeno de produtos gênicos, envelopados em uma concha protetora de proteínas e (em

alguns casos) em uma membrana. Os vírus não possuem capacidade metabólica para uma atividade independente e assim dependem de maneira absoluta da energia metabólica suprida pelo hospedeiro. Todos eles usam a maquinaria básica de síntese proteica da célula hospedeira para a sua replicação, e muitos deles dependem também da maquinaria de transcrição." - A Célula. Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts & Walter. Cap. 24, Ed. Artmed. - Porto Alegre, RS. 2019; pág. 1488.

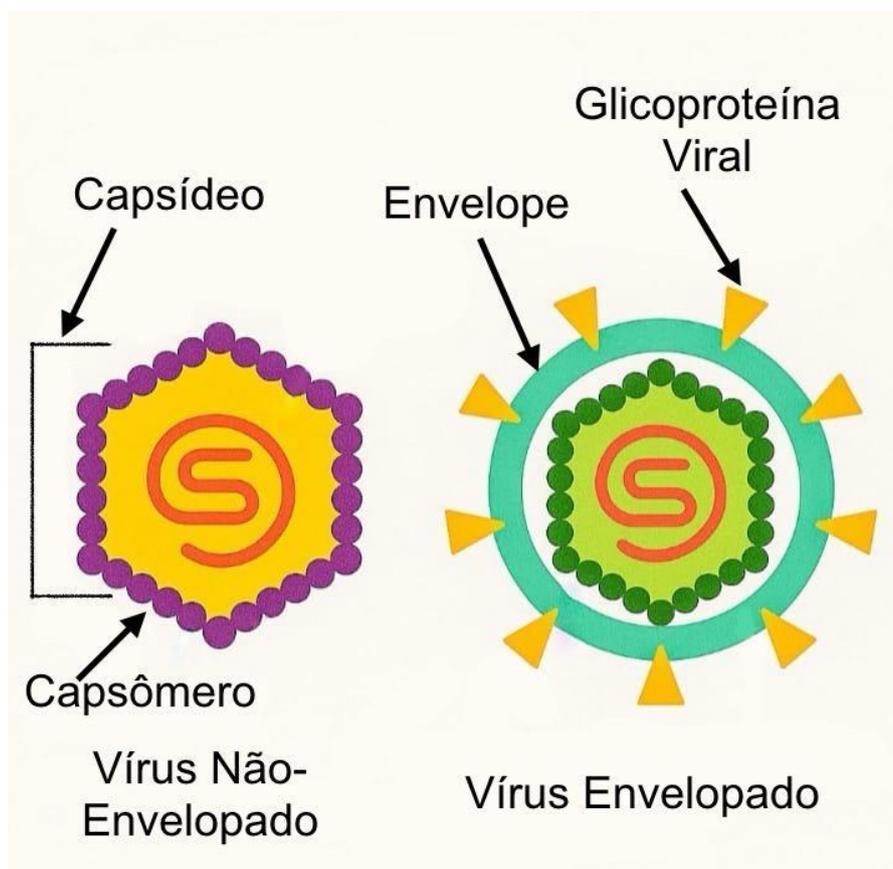


Figura 1- Figuras esquemáticas das partículas virais envelopadas e não- envelopadas. Fonte: Adaptado de: MORENO, 2024.

Classificação e Nomenclatura dos Vírus

A classificação dos vírus tem como base alguns critérios principais como: tipo de ácido nucléico, número de fitas do ácido e sua estrutura (fita simples ou dupla, segmentado ou não, linear ou circular), simetria do nucleocapsídeo (icosaédrico ou helicoidal), presença ou

ausência de envelope ou critérios epidemiológicos (SIEGEL, 2018).

Em 1917, o cientista David Baltimore propôs um sistema de classificação viral fundamentado nos mecanismos de replicação e expressão do genoma viral. Essa proposta organizou os vírus em diferentes grupos ou classes, definidos de acordo com a estratégia utilizada para a replicação do RNA mensageiro (RNAm). Dentro dessa classificação, considera-se como fita "positiva" toda molécula de RNAm. As fitas genômicas virais, sejam constituídas por DNA ou RNA, que apresentam sequência complementar ao RNAm são denominadas "negativas", enquanto aquelas que possuem a mesma sequência do RNAm são classificadas como "positivas" (MADIGAN et al, 2016).

A nomenclatura dos vírus é sistematicamente regulamentada pelo **Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (International Committee on Taxonomy of Viruses – ICTV)**, órgão responsável por estabelecer critérios padronizados para a classificação taxonômica desses organismos. A estrutura hierárquica segue convenções específicas de sufixação, sendo utilizadas as terminações **-viria** para **reino**, **-virales** para **ordem**, **-viridae** (ou, eventualmente, **-dae**) para **família**, **-virinae** para **subfamília**, e **-virus** para **gênero** (ICTV, 2024).

As espécies virais podem ser nomeadas de forma binomial ou não, sendo também permitida a utilização de números para sua designação. Os prefixos empregados podem derivar de termos em latim ou de siglas compostas pelas iniciais de algum nome (ICTV, 2024).

De acordo com a atualização publicada em agosto de 2024 pelo ICTV, a taxonomia viral compreende atualmente **7 domínios, 11 reinos, 22 filos, 4 subfilos, 49 classes, 93 ordens, 12 subordens, 368 famílias, 213 subfamílias, 3.769 gêneros, 86 subgêneros e 16.215 espécies** formalmente reconhecidas (ICTV, 2024).

Diversidade Viral e Impacto em Saúde

A diversidade dos vírus é extremamente ampla, refletindo sua notável capacidade de adaptação às mudanças ambientais e às pressões seletivas, como aquelas impostas pelo sistema imunológico dos organismos hospedeiros. Essa plasticidade evolutiva permite que os vírus infectem uma ampla variedade de seres vivos, abrangendo distintos grupos taxonômicos (KNIPE, 2013).

Na área da saúde humana, os vírus estão associados a uma variedade de doenças, que vão desde infecções leves, como os resfriados comuns, até patologias graves e de alta relevância epidemiológica, como a síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV/AIDS), hepatites virais, gripe e enfermidades emergentes, a exemplo da SARS-2 (Covid), causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 (CÂMARA & MORENO, 2021; PEIRIS, 2003). A capacidade que certos vírus possuem de desenvolver resistência a agentes antivirais, como observado nos tratamentos contra HIV e influenza, representa um desafio constante para o controle dessas infecções, exigindo atualização contínua das estratégias terapêuticas (BOUVIER, 2008).

Além de sua relevância médica, os vírus também exercem funções ecológicas importantes. No ambiente marinho, por exemplo, atuam na regulação de populações bacterianas, sendo fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (BRUSSAARD, 2004). No setor agrícola, os vírus são responsáveis por prejuízos significativos ao afetarem plantas de importância econômica, como as culturas de tomate e batata, comprometendo a produtividade e impactando diretamente a segurança alimentar.

Biossíntese viral

A biossíntese é um processo altamente dependente da célula hospedeira, uma vez que os vírus necessitam da maquinaria do hospedeiro para realizar suas funções metabólicas, dessa forma, sendo caracterizados como parasitas intracelulares obrigatórios. A biossíntese viral pode ser dividida em várias etapas: adsorção, penetração, desnudamento, transcrição, tradução precoce, síntese do ácido nucléico, tradução tardia, montagem, maturação e liberação (**Figura 2**).

1. **Adsorção:** O vírus se liga a receptores específicos da célula hospedeira. Esses receptores específicos podem ser: glicoproteína ou lipoproteína. O tipo de receptor determina a especificidade do hospedeiro, sendo glicoproteína: mixovírus e lipoproteína: poliovírus.
2. **Penetração:** Após a adesão, a penetração na célula hospedeira pode ocorrer por dois mecanismos: fusão com a membrana plasmática (vírus envelopados) ou endocitose (vírus envelopados ou desnudos).
3. **Desnudamento:** Refere-se à liberação do ácido nucleico, após a remoção do capsídeo. Para a maioria dos vírus esta etapa coincide com a etapa de penetração, para alguns

vírus o desnudamento ocorre no núcleo, ao invés de ocorrer no citoplasma. Nestes últimos a replicação ocorre no núcleo.

4. **Transcrição:** Refere-se à formação de RNAm. O genoma dos vírus RNA fita positiva desempenham papel de RNAm e são traduzidos em proteínas sem nenhuma necessidade de um processo inicial de transcrição. No entanto, nas demais classes é necessário que o genoma viral seja transcrito em RNAm. No caso do vírus DNA, cuja replicação ocorre no núcleo, faz-se necessário a ação da enzima nuclear, RNA polimerase- DNA dependente, para realizar esta função. Para que o processo de transcrição ocorra, todos os vírus necessitam de um tipo específico de enzima.
5. **Tradução precoce:** É o processo de formação das primeiras proteínas. Este processo inclui a formação de enzimas e proteínas necessárias para que a replicação do ácido nucleico ocorra.
6. **Síntese do ácido nucleico:** Para os vírus DNA, o genoma é replicado no núcleo, enquanto as proteínas são sintetizadas no citoplasma, com exceção dos poxvírus, que realiza a síntese de todos os componentes virais no citoplasma. A replicação dos vírus RNA, ocorre a partir de um molde de RNA e necessita de uma enzima que é codificada pelo próprio vírus.
7. **Tradução tardia:** É o processo de formação de proteínas estruturais.
8. **Montagem, maturação e liberação:** É a etapa em que ocorre a união do ácido nucleico com as proteínas para formar novos vírions. Nos vírus DNA, esta união ocorre no núcleo, e nos vírus RNA, ocorre no citoplasma. Posteriormente, as proteínas dos capsômeros se unem formando o pró-capsídeo; com a inserção do ácido nucleico forma-se o nucleocapsídeo. No caso dos vírus não envelopados, as partículas permanecem no citoplasma até serem liberadas pela lise celular. Já os vírus envelopados, após a formação do nucleocapsídeo, o envelope é adquirido por brotamento através das membranas celulares (membranas citoplasmáticas, nuclear, do retículo endoplasmático e do complexo de Golgi). Para os vírus RNA ocorre a nível de membrana citoplasmática e para os vírus DNA ocorre na membrana nuclear.

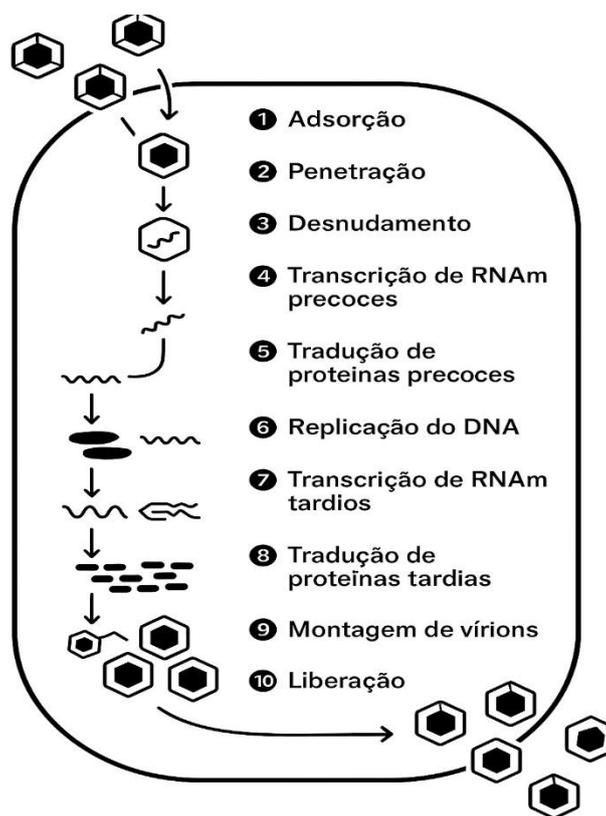


Figura 2- Replicação Viral de um típico vírus DNA de filamento duplo. Adaptado de: White & Fenner, 1994.

Dessa forma, conclui-se que os vírus, apesar de sua simplicidade estrutural, são agentes biológicos complexos e altamente adaptáveis. Eles desempenham papéis importantes em ecossistemas e na saúde humana, sendo responsáveis tanto por doenças devastadoras quanto por processos ecológicos essenciais. A compreensão detalhada da biologia viral é fundamental para o desenvolvimento de tratamentos antivirais, vacinas e estratégias de controle de epidemias, além de expandir o entendimento sobre os limites da vida e da evolução biológica.

2.2 O ensino de microbiologia na educação básica

O Ensino de Microbiologia e sua Importância

A microbiologia é a área da Ciência que estuda os agentes microscópicos, como: bactérias, fungos, protozoários e vírus. O estudo dessas entidades é essencial para entender não apenas os processos biológicos, mas também as interações que estabelecem entre si, e como essas afetam ou beneficiam o ecossistema (MADIGAN, MARTINO & CLARK; 2010). O avanço dos estudos microbiológicos proporcionou à humanidade uma compreensão mais

profunda dos processos fundamentais da vida, revelando semelhanças estruturais entre as moléculas presentes em todos os seres vivos (MADIGAN, MARTINO & CLARK; 2010). Além disso, o estudo da Microbiologia permite o entendimento da vida, prevenção e controle das doenças causadas por microrganismos (TORTORA et al, 2017). Embora a Microbiologia seja considerada uma ciência relativamente recente quando comparada a outras áreas do conhecimento, os microrganismos foram observados pela primeira vez há mais de trezentos anos, por meio da análise de materiais coletados em ambientes marinhos (BOSSOLAN, 2002).

Tendo em vista o exposto, o ensino de microbiologia desempenha um papel fundamental na formação cidadã de estudantes da educação básica a níveis superiores, uma vez que os microrganismos estão presentes no dia a dia dos indivíduos e podem causar benefícios e malefícios a saúde humana. Compreender os microrganismos representa um aspecto essencial que influencia diretamente o cotidiano da população, independentemente de sua origem social, uma vez que abrange temas fundamentais à cidadania, como a biotecnologia, o tratamento de doenças em diferentes níveis, a produção de alimentos — desde os mais simples até os de aplicação clínica —, bem como normas de higiene pessoal e de preservação ambiental. Esses fatores evidenciam a importância de que os indivíduos, ao finalizarem o Ensino Médio, possuam uma base educacional consistente em relação à saúde básica e à prevenção de enfermidades. Tal formação possibilita a análise crítica de situações cotidianas, a resolução de problemas, a formulação de soluções e a construção de opiniões fundamentadas, permitindo ainda a integração clara do conhecimento e a inserção consciente no contexto do universo microscópico (MORESCO; SANTOS; FERREIRA, 2017).

Nesse aspecto, a BNCC, apresenta no 4º ano do Ensino Fundamental anos iniciais dentro da Unidade Temática: Vida e Evolução, o objeto de conhecimento: Microrganismos, tendo como foco, contemplar as seguintes habilidades:

“(EF04CI07) Verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros. (EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas.”

Ademais, a temática relacionada a Microbiologia volta a aparecer na Educação Básica no Ensino Médio como itinerário formativo, o qual apresenta conteúdos estratégicos para flexibilizar a organização curricular do Ensino Médio e possibilitar opções para os educandos,

com o objetivo de proporcionar uma formação técnica e profissional, ou fazer com que os educandos despertem para alguma área de conhecimento (BRASIL, 2018). Nessa perspectiva, o conteúdo de virologia no Ensino Médio, apresenta-se como “processos epidemiológicos” abordado na Competência Específica 2, que tem como proposta: “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (BRASIL, 2018, pág. 556).

Desafios no Ensino de Microbiologia

O ensino de microbiologia, especialmente, na Educação Básica enfrenta alguns desafios, e torna-se desafiadora para os professores de Ciências e Biologia, uma vez que necessita da abstração dos educandos, e a escassez de recursos didáticos associado a metodologias tradicionais de ensino, dificulta o processo de ensino-aprendizagem. (MORESCO ET AL., 2017; NERI ET AL., 2019) incluindo a complexidade dos conceitos envolvidos e a necessidade de abordar temas atualizados com uma base sólida de conhecimentos.

Nessa perspectiva, é fundamental que o ensino de Microbiologia possibilite aos estudantes o contato com um universo novo, frequentemente não explorado, devido às características peculiares dos microrganismos, como o tamanho microscópico e a necessidade de abstração para sua compreensão (OVIGLI, 2010). No entanto, a forma tradicional de abordagem das disciplinas de Ciências e Biologia, geralmente centrada na transmissão de conceitos por meio de livros didáticos, favorece uma relação pedagógica baseada na memorização mecânica (OLIVEIRA; MORBECK, 2019). Tal abordagem, predominantemente teórica, com escassa aplicação prática e limitada contextualização, pode comprometer significativamente o processo de aprendizagem. Além disso, a superficialidade, a desatualização e a falta de conexão com situações reais tendem a dificultar a assimilação dos conteúdos pelos alunos (OVIGLI, 2010; OLIVEIRA; MORBECK, 2019; SILVA et al., 2021; FILOMENO et al., 2022; SILVA; PIEIRI, 2022).

Metodologias de Ensino em Microbiologia

A metodologia de ensino de microbiologia, em grande parte, depende de abordagens teóricas e práticas. Tradicionalmente, a microbiologia é ensinada com base em aulas expositivas, onde são abordados conceitos fundamentais como a estrutura celular dos

microrganismos, os processos de crescimento e reprodução bacteriana, mecanismos de patogenicidade, e a importância dos microrganismos na biotecnologia (BUCHANAN et al., 2017). No entanto, as abordagens mais recentes têm enfatizado a necessidade de integrar a teoria com práticas laboratoriais e o uso de novas tecnologias educacionais para otimizar a aprendizagem e equiparar o ensino, alcançando todos os estudantes, independente de suas necessidades especiais.

Entre as metodologias mais eficazes, destaca-se o uso de metodologias ativas (BERBEL, 2011), como a aprendizagem baseada em problemas (ABP), que incentiva os estudantes a resolverem questões complexas relacionadas à microbiologia, promovendo o pensamento crítico e a aplicação de conceitos teóricos no contexto prático. O ensino por investigação, no qual os alunos são incentivados a formular hipóteses, realizar experimentos e analisar os resultados, tem mostrado ser uma abordagem eficiente para desenvolver habilidades de pesquisa científica (GIJBELS et al., 2014). Entretanto, essas estratégias de ensino, ainda se encontram um pouco distante para promover a aprendizagem eficaz dos estudantes com deficiências visuais, uma vez que seu principal sentido para contato com o mundo, e consequentemente como os estudos, é o tato.

Ademais, o uso de tecnologias educacionais como simulações virtuais e modelagem computacional tem sido cada vez mais integrado ao ensino na educação básica (MELINDA & WIDJAJA, 2022). Essas ferramentas oferecem aos alunos uma experiência prática e interativa com diversas áreas de conhecimento, incluindo a microbiologia, entretanto essas estratégias de ensino ainda se encontram distantes da realidade dos educandos com deficiência visual.

Logo, a realização de atividades práticas experimentais assume um papel essencial no ensino de Microbiologia, uma vez que favorece a visualização direta, a compreensão aprofundada e a interpretação efetiva dos conteúdos abordados para discentes típicos, (MORESCO et al., 2017; ROSA et al., 2021; FILOMENO et al., 2022) uma vez que essas inovações no processo de ensino-aprendizagem não alcançam os estudantes com deficiências visuais, necessitando de novas práticas de ensino que permita o educando assumir um papel ativo na construção do conhecimento, participando de forma autônoma e investigativa (CHASSOT, 2016).

Abordagem Interdisciplinar e a Contribuição das Ciências

O ensino de microbiologia se beneficia enormemente de uma abordagem

interdisciplinar. A microbiologia se conecta com várias outras disciplinas, como a genética, a imunologia, a bioquímica, a farmacologia e a biotecnologia. A compreensão da interação dos microrganismos com o hospedeiro, a resistência a medicamentos, a biotecnologia aplicada e a medicina molecular são áreas que exigem integração de conhecimentos, tornando a microbiologia um campo interdisciplinar por excelência (BAUER et al 2024).

Estudos recentes indicam que o ensino de microbiologia deve ser visto como um processo integrador, onde se destaca a importância das interações entre disciplinas para fornecer uma compreensão mais completa e aplicada dos conceitos microbiológicos (BAUER et al 2024). A aplicação prática desses conhecimentos, por exemplo, no desenvolvimento de vacinas, diagnóstico de doenças infecciosas, controle de epidemias e na indústria farmacêutica, tem sido cada vez mais destacada nas universidades e centros de pesquisa (MADIGAN et al., 2017).

Além dessas possibilidades, o ensino de virologia também pode ser integrado com a matemática, uma vez aborda figuras geométricas espaciais e unidades de medidas muito pequenas, encaixando-se na habilidade EF09MA18: “Reconhecer e empregar unidades usadas para expressar medidas muito grandes ou muito pequenas, tais como distância entre planetas e sistemas solares, tamanho de vírus ou de células, capacidade de armazenamento de computadores, entre outros.” (BRASIL, 2018, pág. 319)

2.3 Metodologias ativas voltadas para o ensino de microbiologia para pessoas com deficiência visual

O ensino de Microbiologia na Educação Básica apresenta desafios significativos, especialmente por tratar de organismos invisíveis a olho nu e de processos que exigem alto nível de abstração. Nesse contexto, as metodologias ativas surgem como estratégias promissoras para tornar a aprendizagem mais significativa, colaborativa e centrada no aluno. Tais metodologias propõem a ruptura com o modelo tradicional de ensino, baseado na simples transmissão de conteúdo, e estimulam o estudante a assumir um papel protagonista na construção do conhecimento (MORAN & BACICH, 2018).

No ensino de microbiologia, as metodologias ativas são particularmente benéficas, pois possibilitam a simulação de experimentos, a análise de dados reais e o desenvolvimento de projetos que envolvem a aplicação de conceitos microbiológicos. Isso ajuda os alunos a compreenderem melhor as complexidades do comportamento dos microrganismos, suas

interações com os hospedeiros e o impacto desses organismos no meio ambiente e na saúde pública (VIEIRA, 2023). Além disso, essas metodologias favorecem a aprendizagem colaborativa, estimulando a troca de conhecimentos e a cooperação entre os estudantes, o que é crucial para o desenvolvimento de competências sociais e profissionais (BUENO, 2025).

Entre as metodologias ativas, destacam-se a aprendizagem baseada em problemas (ABP), a aprendizagem por projetos, o ensino investigativo e o uso de estudos de caso. Essas abordagens favorecem a integração entre teoria e prática, incentivando a curiosidade, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a autonomia dos alunos (BERBEL, 2011). No ensino de Microbiologia, elas possibilitam explorar temas como saúde, higiene, produção de alimentos e meio ambiente de maneira contextualizada, tornando o conteúdo mais próximo da realidade dos estudantes.

Além disso, o uso de atividades experimentais, simulações digitais, jogos educativos e atividades interdisciplinares potencializa ainda mais a aprendizagem ativa. Quando o estudante é colocado diante de situações-problema e é desafiado a propor hipóteses, realizar experimentos ou discutir soluções, ele passa a compreender os conceitos microbiológicos de forma mais concreta e aplicável.

Segundo Filomeno et al. (2022), o uso de metodologias ativas no ensino de Microbiologia não apenas melhora o desempenho acadêmico, mas também contribui para o desenvolvimento de competências essenciais para a formação cidadã, como a responsabilidade social e o pensamento científico. Assim, ao tornar o aluno agente de seu próprio aprendizado, as metodologias ativas promovem uma formação mais crítica e reflexiva, contribuindo para a consolidação de uma educação científica transformadora.

Nessa perspectiva, as metodologias ativas citadas anteriormente, estão sendo bastante difundidas e utilizadas nas instituições escolares, mas estas necessitam de adaptações para equiparar os alunos com deficiência visual, como textos impressos em braile, auxílio de aluno apoiador, áudio descrição de imagens, etc.

O ensino de Microbiologia a estudantes com deficiência visual demanda adaptações metodológicas que possibilitem a compreensão de conteúdos abstratos e de dimensões microscópicas. Segundo Primo e Pertile (2022), a Teoria Histórico-Cultural de Vygotski oferece uma base sólida para essas adaptações, destacando conceitos como "compensação social do defeito", "mediação" e o uso das "vias colaterais", que enfatizam a importância do

tato e da audição como canais de aprendizagem.

Uma das estratégias eficazes é a utilização de modelos didáticos táteis, que permitem aos alunos explorar estruturas celulares e microrganismos por meio do tato. Exemplos incluem modelos de células procariontes e eucariontes, bem como representações de vírus, confeccionados com materiais que oferecem diferentes texturas e relevo, facilitando a percepção das formas e funções das partes constituintes (PRIMO; PERTILE, 2022).

Além disso, a audiodescrição desempenha um papel crucial na acessibilidade do conteúdo. Ao descrever oralmente imagens, diagramas e processos, o professor proporciona aos estudantes uma compreensão mais rica e detalhada dos conceitos microbiológicos, complementando a informação tátil e favorecendo a construção do conhecimento de forma mais inclusiva (PRIMO; PERTILE, 2022).

A combinação dessas metodologias, associada ao uso do sistema Braille para a leitura de textos e legendas, contribui para uma abordagem multissensorial que facilita a aprendizagem de conceitos complexos de Microbiologia, promovendo a inclusão e a equidade no ambiente educacional.

Associado a essas metodologias, os modelos tridimensionais das partículas virais apresentam-se como fortes aliados para promover o ensino de microbiologia, especificamente sobre os vírus para pessoas com deficiência visual.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Desenvolver uma Sequência Didática como proposta de estratégia pedagógica para o ensino eficaz da morfologia da partícula viral para pessoas com deficiência visual através de modelos tridimensionais 3D, produzidos a partir da fotogrametria.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar quais os tipos de intervenções pedagógicas têm sido utilizados nos espaços de educação básica a respeito do ensino da Virologia para pessoas com deficiência visual;
- Gerar as bases teóricas sobre os aspectos morfológicos dos vírus, a partir da construção de modelos tridimensionais de partículas virais, produzidos através da impressão 3D de resina, tendo como base arquivos elaborados a partir da fotogrametria;

- Propor uma metodologia acessível e inclusiva sobre microbiologia para pessoas com deficiência visual;
- Elaborar SD fundamentada na bibliografia;
- Elucidar a aplicação da SD aos docentes do Ensino Básico.
- Identificar se os modelos tridimensionais 3D são eficazes para a compreensão de temas biológicos por parte dos alunos com deficiência visual, através de Sequências Didáticas aplicadas na Educação Básica.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa

Segundo Flick (2009) a pesquisa qualitativa se faz relevante devido à pluralização das esferas de vida, pois é necessário considerar a crescente individualização dos sujeitos, diminuindo as desigualdades sociais, dentro da diversidade de ambientes, subculturas, necessidades, estilos e formas de vida. Dessa forma, esta pluralização demanda uma nova sensibilização para o estudo empírico. Acrescenta-se que, os elementos fundamentais da pesquisa qualitativa incluem a seleção apropriada de métodos e teorias pertinentes; o reconhecimento e a análise de diferentes perspectivas; a reflexão dos pesquisadores sobre suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e a diversidade de abordagens e métodos. Logo, esta abordagem torna-se importante para considerar a subjetividade do alunado.

4.2 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, foi necessário o levantamento do material bibliográfico a respeito das partículas virais, compra do material necessário para produção dos modelos tridimensionais, como resina *ABS* da Elegoo *like* (acrylonitrile, butadiene, and styrene), (**Figura 3**) a qual refere-se a um polímero termoplástico. Posteriormente, foi realizado o planejamento da impressão através do software Chitubox® e em seguida feita a impressão dos modelos tridimensionais através da impressora SATURN S da Elegoo. (**Figura 4 e Figura 5**).



Figura 3- Elegoo resina de impressora 3D tipo abs, resina de cura uv lcd 405nm, resina fotopolímero padrão tipo abs para impressão lcd 3D 1000g.



Figura 4- ELEGOO SATURN 3 Ultra 12K Mono MSLA Impressora 3D com 10 "12K Mono LCD de alta velocidade Tamanho de impressão de transferência Wi-Fi 219*123*260mm.



Figura 5- Impressora 3d Saturn S 4k – Elegoo.

Ademais, depois deste processo, necessitou-se realizar a pintura dos modelos (**Figura 6**), que após produzidos (**Figura 7**) foram levados para sala de aula para ministração da temática em questão, durante o projeto de extensão. Os modelos foram produzidos a partir da fotogrametria, a qual refere-se a técnica utilizada para obter informações 3D de uma partícula (**Figura 8**).

Por conseguinte, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com o intuito de embasar teoricamente o presente trabalho. As buscas foram conduzidas por meio das plataformas Google, Google Acadêmico e SciELO, tendo como critérios os seguintes temas: o ensino de Microbiologia na Educação Básica; metodologias ativas aplicadas ao ensino de Biologia na Educação Básica; metodologias ativas voltadas ao ensino de Microbiologia para pessoas com deficiência visual; e sequências didáticas sobre Virologia direcionadas a esse mesmo público.

Ademais, a sequência didática elaborada neste estudo foi estruturada com base na BNCC, uma vez que esse documento orientador estabelece as competências, habilidades e componentes curriculares a serem desenvolvidos em cada etapa da Educação Básica.

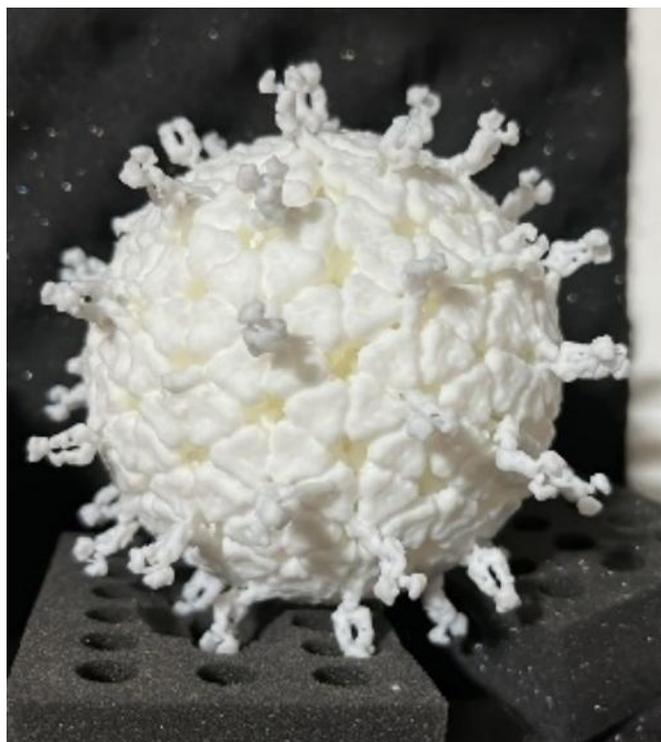


Figura 6- Modelo tridimensional da partícula do rotavírus após impressão, sem pintura. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

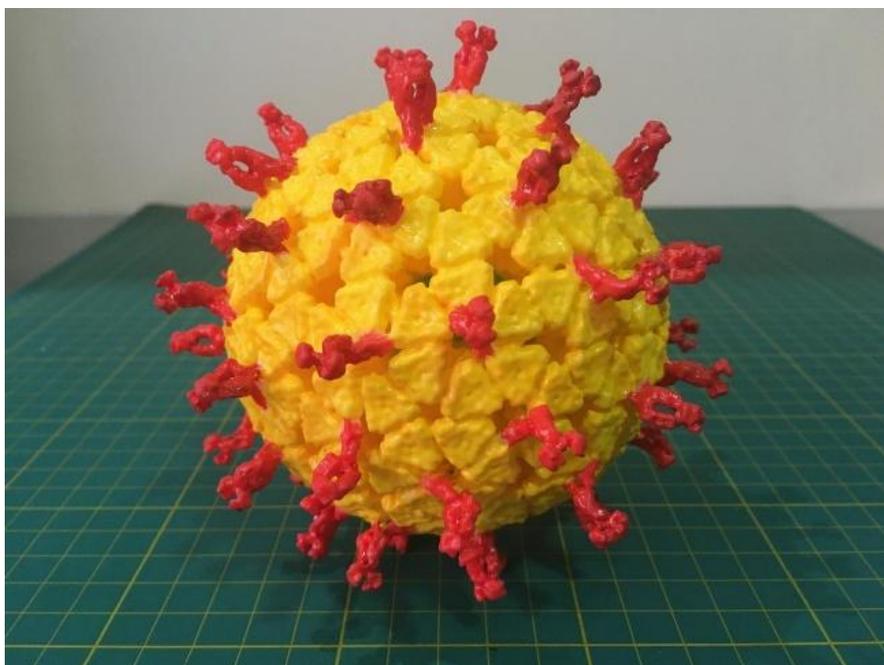


Figura 7- Modelo tridimensional da partícula do rotavírus, após pintura. Vírus causador da diarreia infantil, que antes da vacina, 2005, matava até 1 milhão de crianças por ano. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

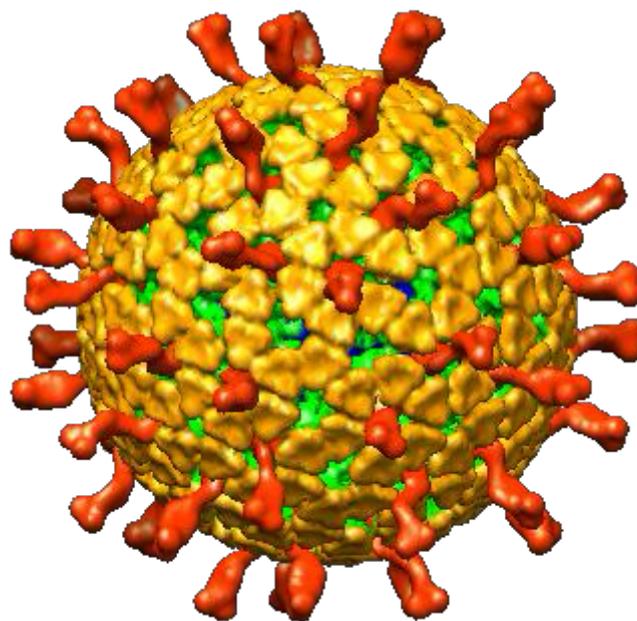


Figura 8- Imagem da partícula do rotavírus produzida por fotogrametria. Fonte: Caderno de Virologia.

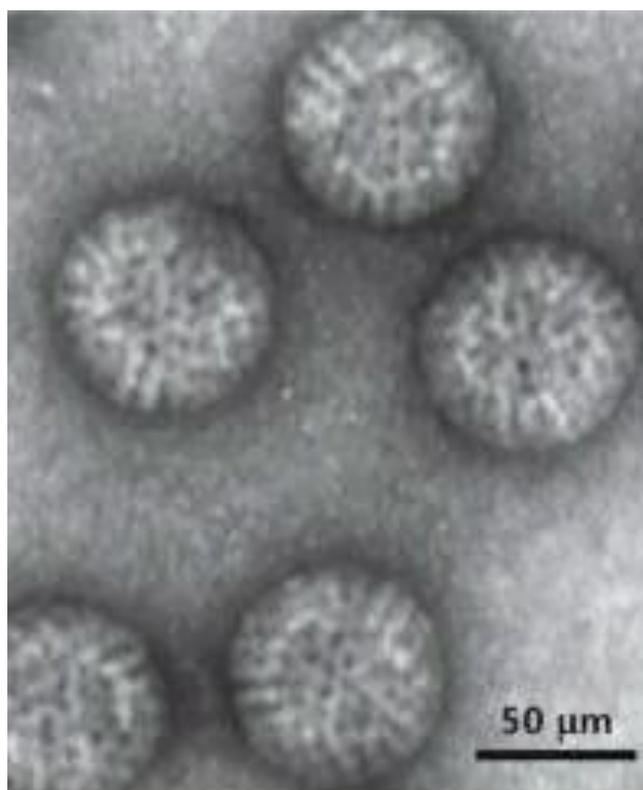


Figura 9 – Micrografia eletrônica do rotavírus. Fonte: Rotavirus infection. Sue E. Crawford, Sasirekha Ramani, Jacqueline E. Tate, Umesh D. Parashar, Lennart Svensson, Marie Hagbom, Manuel A. Franco, Harry B. Greenberg, Miguel O’Ryan, Gagandeep Kang, Ulrich Desselberger & Mary K. Estes. Nature Reviews Disease Primers volume 3, Article number:

17083 (2017).

4.3 Produção da Sequência Didática

A Sequência Didática (**Apêndice A**) foi elaborada com orientações destinadas a auxiliar professores de Biologia na introdução, em suas aulas, de uma temática relevante relacionada ao estudo da morfologia viral, de maneira eficaz e acessível a estudantes com deficiência visual.

Nessa perspectiva a SD foi embasada na pesquisa bibliográfica, fundamentada em Metodologias Ativas, especificamente na estratégia de Ensino por Investigação, a qual promove um ensino ativo e participante, tornando o educando protagonista do processo de ensino- aprendizagem. A proposta é composta por 3 aulas inter-relacionadas, com duração de 50 minutos cada, incluindo rodas de discussão e questões norteadoras da investigação, com o objetivo de acessar conhecimentos prévios sobre o tema e promover a formulação de novos questionamentos.

A Sequência Didática contempla diversos recursos didáticos, propostos como suporte ao trabalho docente na abordagem dos conteúdos: modelos tridimensionais 3D das partículas virais de diferentes vírus, textos em braile, áudio- descrição. Considerando que os indivíduos respondem de maneira distinta a estímulos cognitivos, optou-se pela inclusão de múltiplos recursos com o intuito de facilitar a assimilação das informações por um número maior de estudantes, promovendo, assim, aulas mais democráticas e acessíveis.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Proposta para aplicação da sequência didática no ensino médio

Ao longo dos anos, os estudos sobre Virologia proporcionaram avanços na ciência e na saúde, diminuindo a incidência de doenças infecciosas e melhorando a qualidade de vida de milhões de cidadãos (BOSSOLAN, 2002; MORENO, 2024).

Com isso, torna-se de iminente importância a ampliação do acesso ao conhecimento acerca da Virologia, abrangendo desde a Educação Básica, para melhor contribuir com debates relacionados a políticas públicas, debates éticos e tomadas de decisões individuais. Entretanto, para que o acesso seja efetivo, faz-se necessário considerar as necessidades particulares dos diversos grupos de estudantes, em especial, o público com deficiência visual, cuja necessidade

perpassa metodologias tradicionais de ensino, as quais ainda são amplamente utilizadas.

Além disso, o trabalho se faz necessário para promover uma sensibilização da população a respeito das doenças virais e quais medidas cabíveis em determinadas situações, por exemplo, durante a pandemia da SARS-2 (CÂMARA & MORENO, 2021), diversos profissionais sabiam sobre a partícula viral e sua epidemiologia, como combatê-la ou se prevenir. Medidas duvidosas foram aplicadas e se iniciou uma corrida para produção do imunizante. Entretanto, possivelmente, se a população tivesse um melhor esclarecimento por parte dos profissionais envolvidos, a disseminação poderia ter sido menor e conseqüentemente o índice de mortalidade também (CÂMARA & MORENO, 2021).

Sendo assim, a ampliação do acesso ao conhecimento sobre virologia é imprescindível, pois os vírus são entidades únicas e conhecê-los é de extrema importância para o sucesso da espécie humana.

Nessa perspectiva, têm-se a Sequência Didática desenvolvida como proposta de estratégia pedagógica para ensinar a morfologia da partícula viral para estudantes com deficiência visual através de modelos tridimensionais 3D.

Dessa forma, a primeira etapa para desenvolver esta proposta de Sequência didática é produzir os modelos tridimensionais, os quais serão explorados durante as aulas correspondentes a aplicação desta sequência. Os modelos tridimensionais em questão poderão ser adquiridos com o Prof. Dr. Marcelo Moreno, coordenador do projeto de extensão e orientador deste trabalho, o qual produziu modelos tridimensionais de alguns vírus (**Figura 10 e Figura 11**). As aulas para aplicação desta SD necessitarão ter uma duração de 50 minutos e serão necessárias 3 aulas, o que pode variar de acordo com os desafios encontrados. A SD precisará dos seguintes recursos:

- Modelos 3D de diferentes vírus (HIV, coronavírus, bacteriófago, etc.) com texturas distintas para cada parte.
- Etiquetas em braile e em fonte ampliada.
- Gravações em áudio com descrição dos modelos.
- Material de apoio em braile ou áudio (explicações sobre vírus).



Figura 10- Modelos tridimensionais produzidos pelo Prof. Dr. Marcelo Moreno, utilizados no projeto de extensão.



Figura 11- Modelos tridimensionais produzidos pelo Prof. Dr. Marcelo Moreno, utilizados no projeto de extensão.

No **primeiro momento (primeira aula)**, o docente fará uma Introdução aos Vírus, iniciando com o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os vírus. Este momento será conduzido em formato de roda de conversa e terá duração de 10 minutos. Após este momento, o docente fará uma explicação oral sobre o que são vírus, utilizando exemplos do cotidiano, como os vírus mais comuns e os causadores de epidemias e pandemias, por exemplo, o vírus da gripe e o SARS-2, respectivamente. Vale ressaltar a importância de realizar uma breve história sobre as entidades em questão. Durante esta aula, será entregue material de apoio em braile com a explicação ministrada pelo docente. Esta explicação terá duração de 20 minutos. Posteriormente, será apresentada uma caixa sensorial com representações de estruturas proteicas pequenas para que seja possível a identificação destas estruturas através do tato e representação do tamanho diminuto dos vírus. Esta atividade terá duração de 15 minutos. Para concluir esta aula, deve ser feita uma discussão sobre o que foi ministrado, com duração de 5 minutos.

O **segundo momento (correspondente a segunda aula)**, terá como foco a exploração da estrutura dos Vírus através dos modelos tridimensionais 3D. Nesta aula, o docente a iniciará promovendo uma breve explicação sobre os modelos tridimensionais, o que deve durar 5 minutos. Após este momento, o docente explicará sobre a estrutura típica de um vírus: capsídeo, envelope, RNA/DNA e proteínas. Os educandos receberão material de apoio em braile com a respectiva explicação. Para este momento deve-se reservar um tempo hábil de 10 minutos. Em seguida, iniciará a atividade tátil, na qual os educandos explorarão os modelos tridimensionais 3D (**Figura 12, Figura 14, Figura 16, Figura 18, Figura 20, Figura 22**), produzidos a partir da fotogrametria das partículas virais (**Figura 13, Figura 15, Figura 17, Figura 19, Figura 21, Figura 23**) com acompanhamento verbal do professor para explicar cada estrutura, a que vírus pertence e qual sua função, pois o uso de modelos tridimensionais no ensino de Ciências para alunos com deficiência visual, mostra-se eficaz (Mariz, 2014), uma vez que, a utilização de modelos didáticos táteis permite que os estudantes construam representações mentais mais precisas de estruturas biológicas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos (Michelotti & Loreto, 2019). Esta atividade terá duração de 35 minutos.

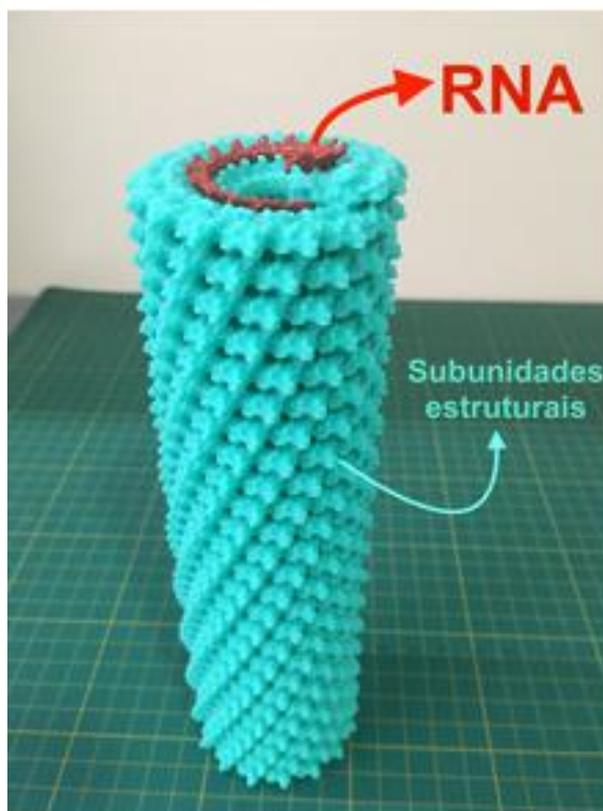


Figura 12- Modelo tridimensional do vírus do mosaico do tabaco (TMV) de simetria helicoidal.
Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

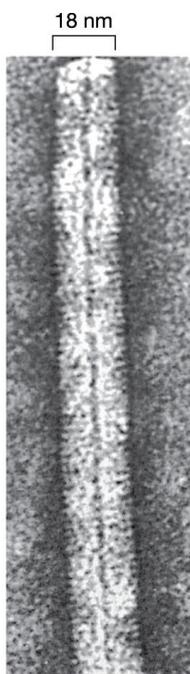


Figura 13- Micrografia eletrônica do vírus do mosaico do Tabaco (TMV). Fonte: Microbiologia de Brock. T., MADIGAN, M., MARTINKO, M., BENDER, S., BUCKLEY, H., STAHL, A. 14th Edition. ArtMed. 2016



Figura 14- Modelo tridimensional do vírus HPV (Papilomavírus Humano), sexualmente transmissível (IST) que pode ocasionar verrugas nas partes íntima, ao redor da boca e até mesmo câncer. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

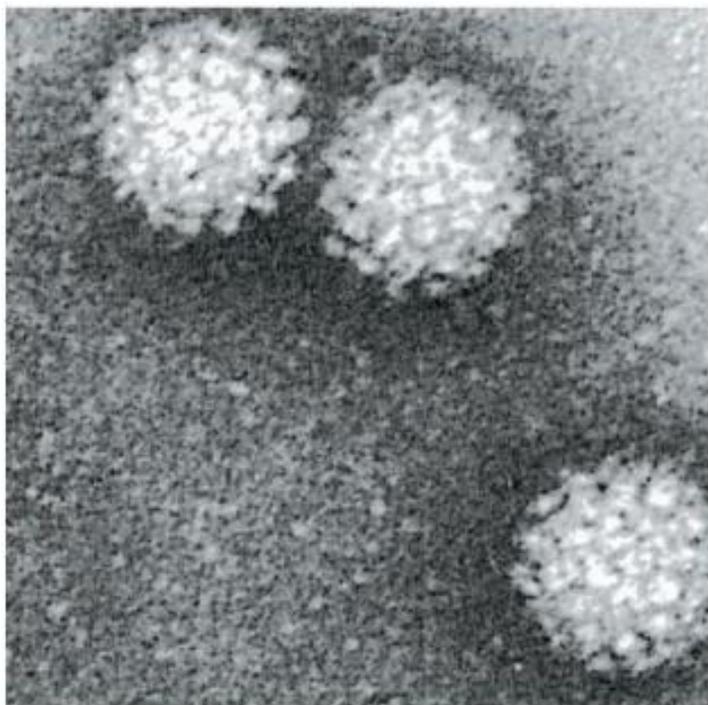


Figura 15- Micrografia eletrônica do Papilomavírus humano (HPV).Fonte: Microbiologia de Brock. T., MADIGAN , M., MARTINKO, M., BENDER, S., BUCKLEY, H., STAHL, A. 14th Edition. ArtMed. 2016.

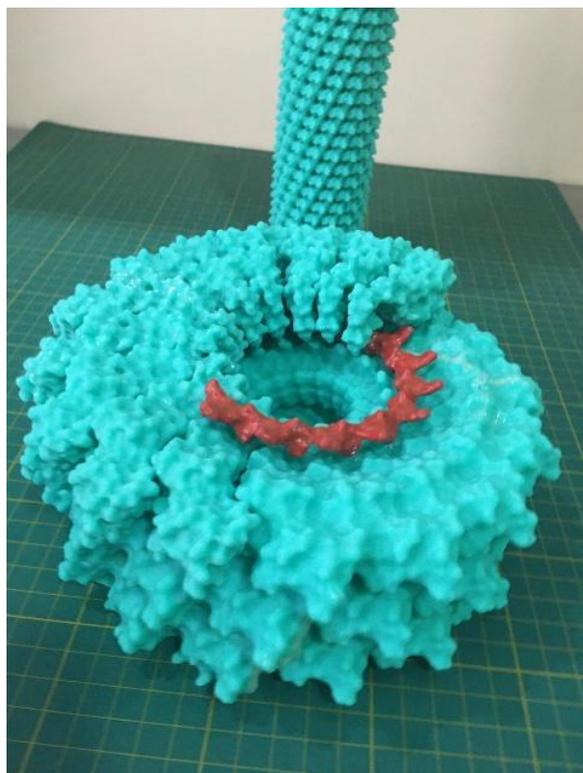


Figura 16- Modelo tridimensional do vírus do mosaico do tabaco (TMV) de simetria helicoidal.
Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

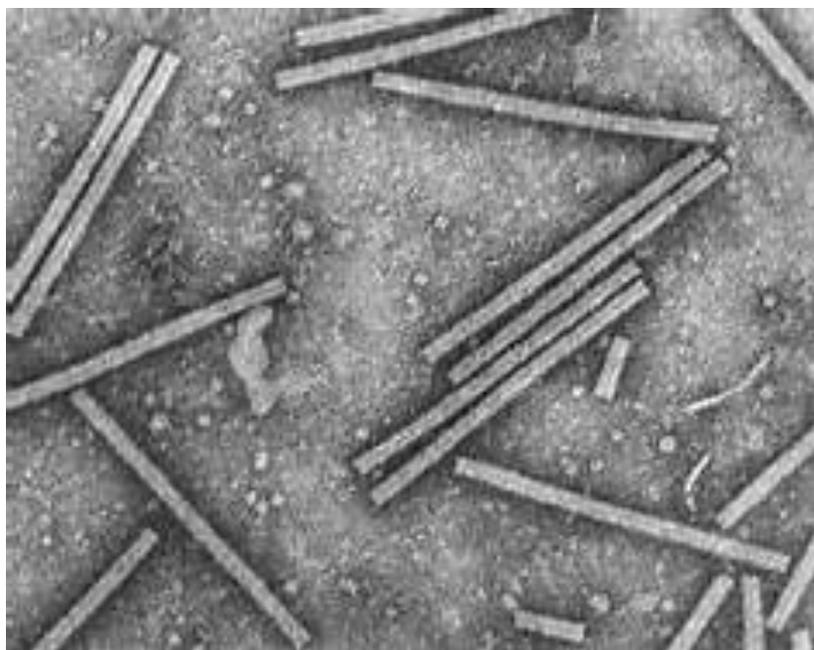


Figura 17- Micrografia eletrônica do vírus do mosaico do tabaco (TMV). Fonte: Caderno de Virologia, 2025.

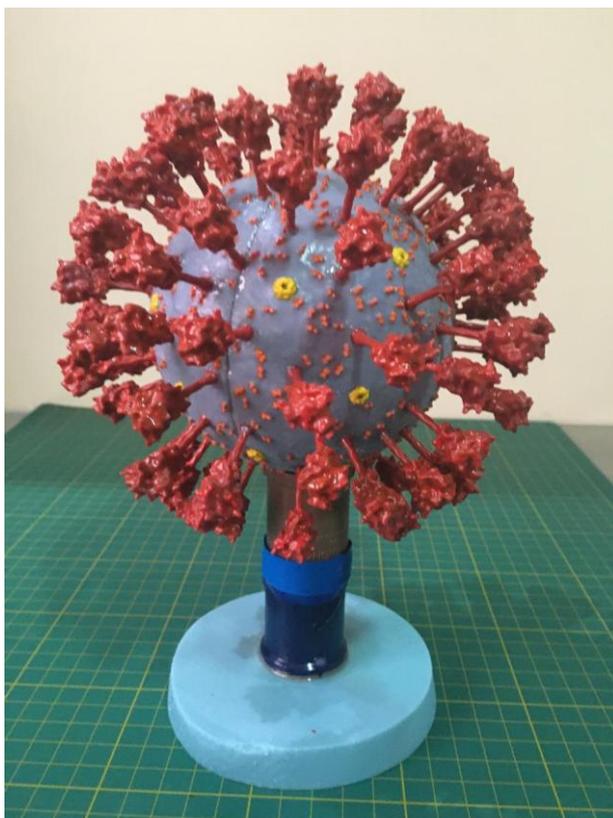


Figura 18- Modelo tridimensional da partícula do SARS-CoV-2, causadora da pandemia conhecida como pandemia do coronavírus. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

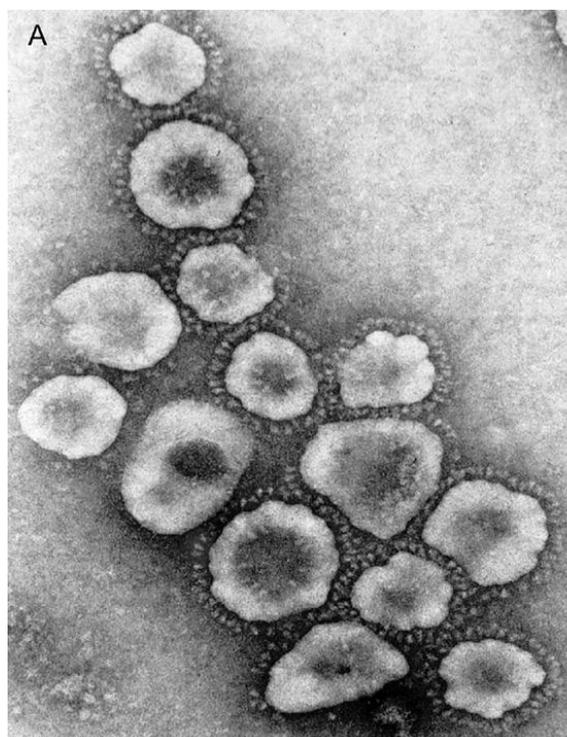


Figura 19- Micrografia eletrônica da SARS-COV. Fonte: **Medical Virology**. D. E. White and Frank J. Fenner. Fifth Edition. Academic Press; 5th edition (Jun 27, 2017).



Figura 20- Modelo tridimensional do rinovírus, causador dos resfriados comuns. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

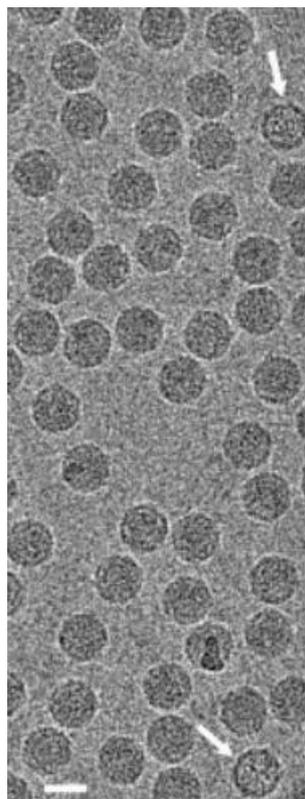


Figura 21- Micrografia eletrônica do rinovírus. Fonte: Communications Biology. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42003-024-07213-2#Fig1>. Acesso em: 1 mai 2025

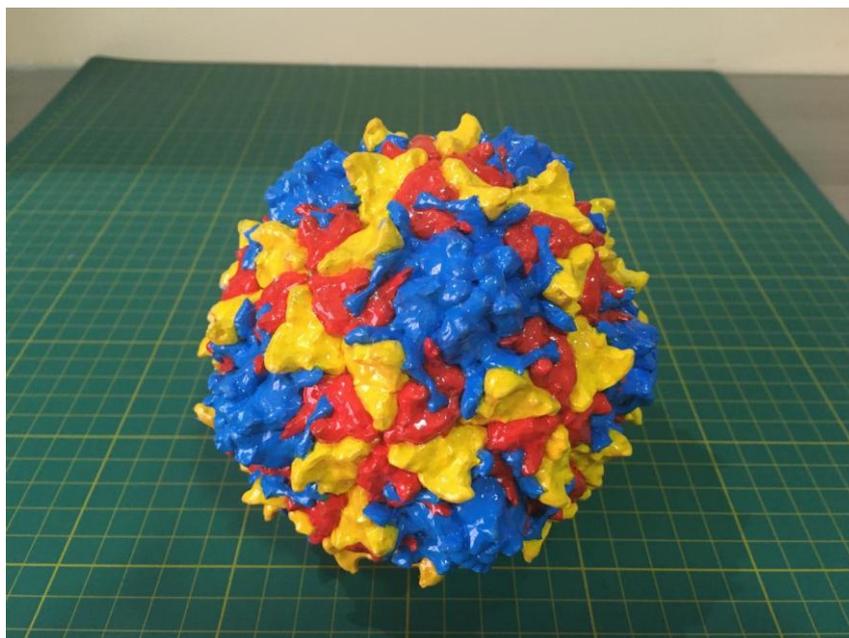


Figura 22- Modelo tridimensional do vírus da Poliomielite (Paralisia Infantil), que pode acarretar paralisia dos membros inferiores. A vacinação tem apresentado resultados equivalentes a 95% desde 2016. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

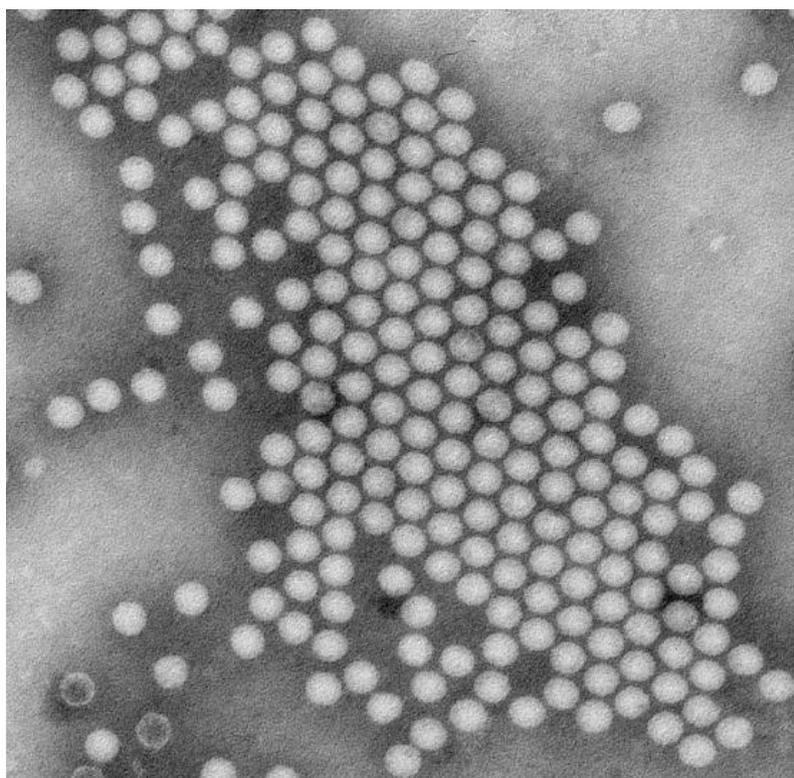


Figura 23- Micrografia eletrônica da poliomielite. Fonte: CDC (Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library -Governo Federal dos Estados Unidos). Disponível em: <https://tools.cdc.gov/medialibrary/index.aspx#/results>. Acesso em: 1 mai 2025

No **terceiro momento (terceira aula)**, será abordado os tipos de Vírus e relação com a doença. A aula iniciará com uma recapitulação dos conceitos abordados nas aulas anteriores, através da exploração tátil dos modelos tridimensionais. Para esta etapa deve-se reservar um tempo hábil de 10 minutos. Posteriormente, deve ser feita uma comparação entre o modelo tridimensional de um vírus com envelope, como por exemplo, o HIV (**Figura 24**), sem envelope como o adenovírus (**Figura 26**), e um bacteriófago (**Figura 28**), produzidos a partir da fotogrametria (**Figura 25, Figura 27 e Figura 28**). Nesta etapa, deve-se focar nas diferenças de formato e função de cada vírus apresentado. É essencial a entrega de material de apoio em braile contendo a explicação do que foi ministrado. Para esta etapa deve-se reservar um tempo hábil de 20 minutos. Em seguida, faz-se necessário a realização de um debate guiado com o seguinte foco: “Como o formato ajuda o vírus a invadir as células?”, o que se deve perdurar por 10 minutos. Para finalizar esta aula, é imprescindível a realização da avaliação, a qual deve ser feita de forma oral em formato de roda de conversa. É de suma importância que o docente seja mediador nesta avaliação, fazendo perguntas que levem os educandos a construírem a descrição de um dos modelos e expliquem a sua função.



Figura 24- Modelo tridimensional do nucleocapsídeo do HIV. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

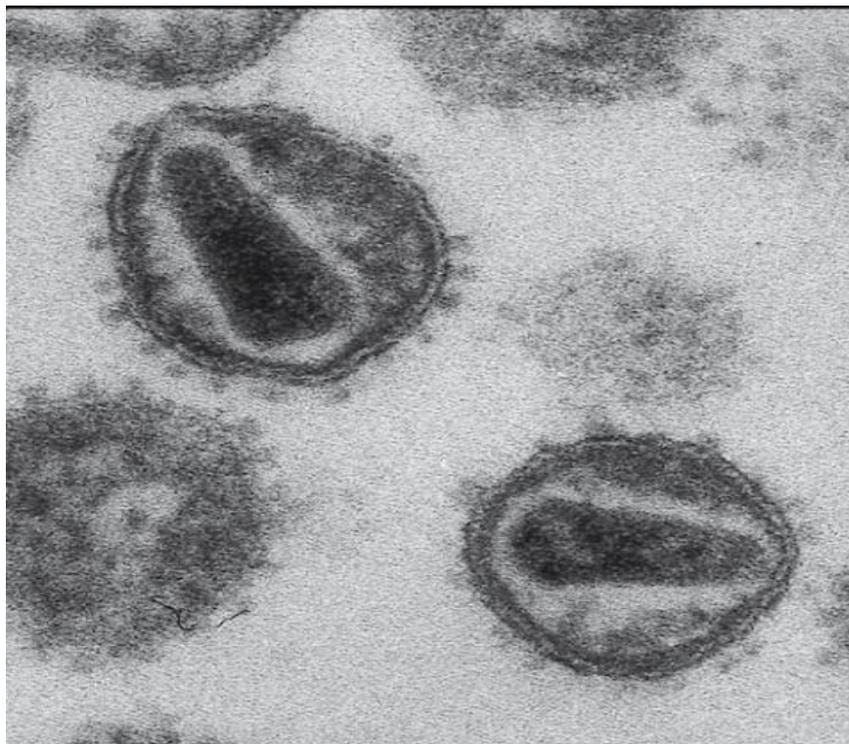


Figura 25- Vírion do HIV. Fonte: ResearchGate Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Virus-HIV-Janeway-Jr-Travers-1996_fig1_277776502. Acesso em: 1 mai 2025



Figura 26- Arranjo do capsídeo em um vírus icosaédrico, o adenovírus. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão.

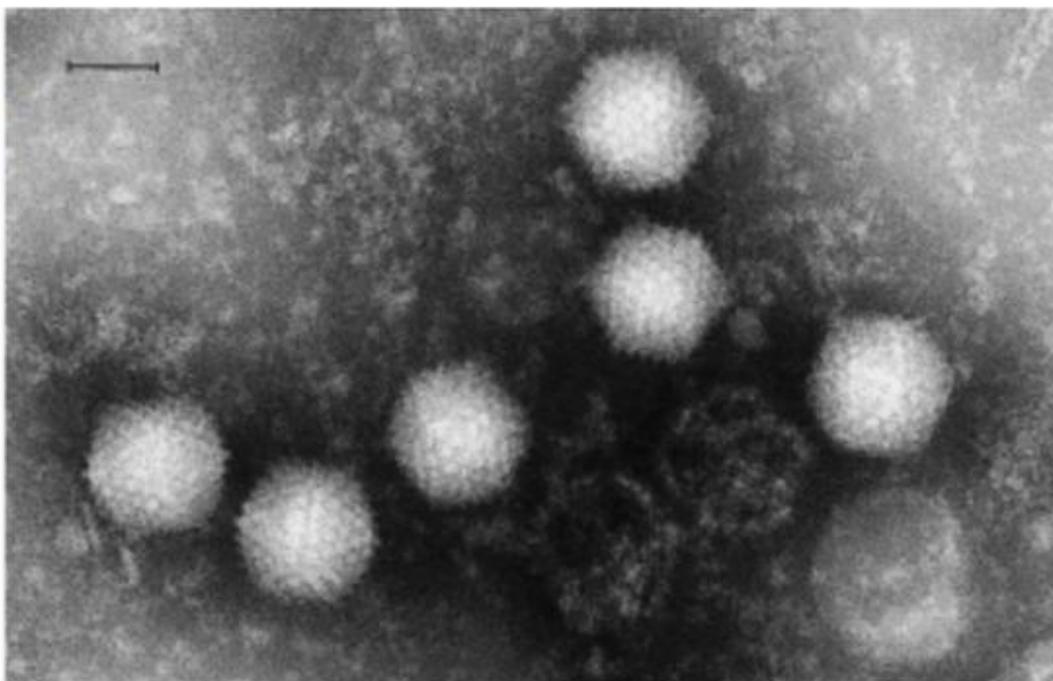


Figura 27- Micrografia eletrônica do adenovírus. Fonte: CDC (Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library -Governo Federal dos Estados Unidos). Disponível em: <https://tools.cdc.gov/medialibrary/index.aspx#/results>. Acesso em: 1 mai 2025

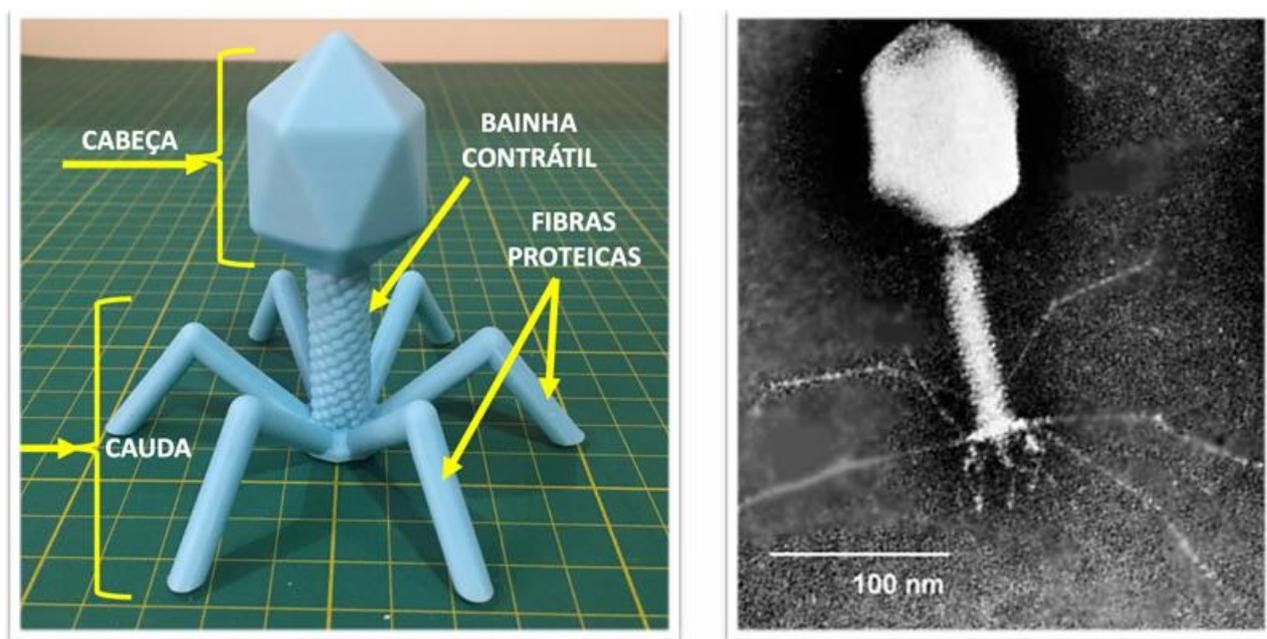


Figura 28- Morfologia de um bacteriófago com simetria composta. A esquerda peça tridimensional, a direita imagem do fago corado negativamente. Fonte: Material impresso utilizado no projeto de extensão e ResearchGate, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-3-Bacteriofagos-a-Estrutura-e-micrografia-eletronica-de-um-bacteriofago-T-par_fig7_267332910. Acesso em: 1 maio 2025.

A coleta e análise de dados da proposta desenvolvida no presente trabalho deve ser realizada através da observação- participante, por meio de rodas de conversas e discussões em sala, as quais recomenda-se que sejam gravadas com gravador para possibilitar a análise e documentação dos dados. Ademais, as discussões devem ser realizadas, preferivelmente, em dois momentos: o primeiro, antes da aplicação dos modelos tridimensionais, tendo como objetivo: fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, e o segundo, após a aplicação dos modelos para executar a comparação dos conhecimentos prévios e dos adquiridos depois das aulas, além de verificar se os objetivos foram contemplados.

O presente trabalho possui caráter qualitativo, tendo como foco a interpretação dos participantes a respeito do material utilizado em sala e a análise dos discursos promovidos durante e após a aplicação dos modelos tridimensionais das partículas virais.

Para a avaliação desta SD deve-se considerar os seguintes critérios:

- Participação nas atividades táteis e orais.
- Capacidade de identificação das partes dos modelos.
- Clareza na explicação da função das estruturas virais.

A aplicação da sequência didática (SD) desenvolvida por de Antunes (2022). adaptada para estudantes com deficiência visual, que envolveu o uso de modelos tridimensionais do SARS-CoV-2 e áudios explicativos, resultou em avanços significativos na compreensão dos alunos sobre os conceitos microbiológicos. Foi observado que os alunos demonstraram maior facilidade em identificar e diferenciar as estruturas do vírus, por meio do tato, facilitado pela impressão 3D dos modelos; houve uma melhoria na compreensão dos processos de infecção e nas medidas preventivas da COVID-19, evidenciada por respostas mais precisas em atividades relacionadas; e os estudantes participaram ativamente das atividades propostas, demonstrando interesse e curiosidade pelo tema, o que indica um aumento na motivação para aprender sobre Microbiologia.

A SD produzida fomenta a eficácia do uso de modelos tridimensionais no ensino de Ciências para alunos com deficiência visual. Segundo Cardinali e Ferreira (2010), o uso de modelos táteis permite que os estudantes construam representações mentais mais precisas de estruturas biológicas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos.

Além disso, a combinação de modelos táteis com recursos auditivos, como áudios explicativos, tem se mostrado uma estratégia eficaz na promoção da inclusão educacional. De

acordo com Antunes (2022), a utilização de áudios complementares aos modelos 3D contribui para uma aprendizagem mais completa e acessível, permitindo que os alunos cegos compreendam melhor os conteúdos abordados.

A SD produzida também reforça a importância de práticas pedagógicas inclusivas que considerem as necessidades específicas dos alunos com deficiência visual, promovendo um ambiente de aprendizagem mais equitativo e eficaz. A utilização de tecnologias assistivas, como impressoras 3D e recursos áudio-visuais, como gravações contendo a explicação dos conteúdos abordados e apostilas construídas no sistema Braille, demonstra-se essencial para a construção de materiais didáticos adaptados que atendam às demandas desses estudantes.

Acrescenta-se que os estudos de Mariz (2014) sobre implementação dos modelos tridimensionais de vírus, confeccionados a partir de desenhos e esquemas do conteúdo de citologia, também resultou em avanços significativos na aprendizagem dos estudantes com deficiência visual, uma vez que os educandos compreenderam os processos de infecção viral e as medidas preventivas, evidenciada por respostas mais precisas em atividades relacionadas; e a exposição dos modelos, construída pelos próprios alunos, promoveu a interação entre estudantes com e sem deficiência visual, favorecendo a troca de conhecimentos e experiências.

Segundo Lovato e Michelotti (2018), a utilização de modelos didáticos táteis permite que os estudantes construam representações mentais mais precisas de estruturas biológicas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos.

Ademais, a interação entre estudantes com e sem deficiência visual, proporcionada pela construção e exposição dos modelos, contribui para a promoção de uma educação inclusiva e colaborativa. Conforme destacado por Mariz (2014), a implementação de metodologias que favorecem a interação entre estudantes comuns e estudantes com deficiência visual é de efetiva importância no desenvolvimento da aprendizagem desses alunos, em um trabalho cooperativo e interativo.

A experiência também reforça a importância de práticas pedagógicas inclusivas que considerem as necessidades específicas dos alunos com deficiência visual, promovendo um ambiente de aprendizagem mais equitativo e eficaz. A utilização de tecnologias assistivas, como impressoras 3D e recursos audiovisuais, demonstra-se essencial para a construção de materiais didáticos adaptados que atendam às demandas desses estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contemplou o objetivo de desenvolver uma Sequência Didática como proposta de estratégia pedagógica para o ensino eficaz da morfologia da partícula viral para pessoas com deficiência visual através de modelos tridimensionais 3D, produzidos a partir da fotogrametria. Para alcançar essa meta, foi necessário analisar quais os tipos de intervenções pedagógicas têm sido utilizados nos espaços de educação básica a respeito do ensino da Virologia para pessoas com deficiência visual; gerar as bases teóricas sobre os aspectos morfológicos dos vírus, a partir da construção de modelos tridimensionais de partículas virais, produzidos através da impressão 3D de resina, tendo como base arquivos elaborados a partir da fotogrametria; propor uma metodologia acessível e inclusiva sobre microbiologia para pessoas com deficiência visual; elaborar uma SD fundamentada na bibliografia; elucidar a aplicação da SD aos docentes do Ensino Básico; e, por fim, identificar se os modelos tridimensionais 3D são eficazes para a compreensão de temas biológicos por parte dos alunos com deficiência visual, através de Sequências Didáticas aplicadas na Educação Básica.

Como resultado, foi elaborada uma proposta didática fundamentada em metodologias ativas e acessíveis, centrada na utilização de modelos 3D táteis que permitem a compreensão concreta de estruturas virais, invisíveis a olho nu, contribuindo de maneira significativa para a inclusão de estudantes com deficiência visual no processo de aprendizagem em Ciências da Natureza. A proposta mostrou-se promissora tanto no aspecto pedagógico quanto na sua viabilidade prática, podendo ser adaptada para outros conteúdos e contextos educativos.

Conclui-se, portanto, que o uso de tecnologias assistivas aliadas a abordagens interativas e sensoriais representa um caminho eficaz e necessário para a construção de uma educação mais equitativa. Recomenda-se que novas pesquisas sejam realizadas no sentido de avaliar, em contextos ampliados, a aplicação dessa proposta e de outras ferramentas acessíveis no ensino de microbiologia e demais áreas científicas, especialmente no âmbito da Educação Básica.

A elaboração desta monografia proporcionou não apenas crescimento acadêmico, mas também um amadurecimento pessoal e profissional significativo. A vivência ao longo do curso ampliou minha sensibilidade e compromisso com práticas pedagógicas inclusivas, reafirmando meu papel como educador comprometido com a democratização do conhecimento. Minha experiência prévia em sala de aula foi essencial para a escolha do tema e para a construção de uma proposta realista e aplicável, possibilitando integrar teoria e prática de forma consistente.

Assim, este trabalho se encerra com a convicção de que a ciência e a educação devem caminhar juntas, com responsabilidade social e sensibilidade às diversas formas de aprender e ensinar.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce; JOHNSON, Alexander; LEWIS, Julian; MORGAN, David; RAFF, Martin; ROBERTS, Keith; WALTER, Peter; WILSON, John; HUNT, Tim. *A célula*. Porto Alegre: Artmed, 2019. Cap. 24, p. 1488.

ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Alfabetização Científica no Ensino de Biologia: uma leitura fenomenológica de concepções docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 429-453, 2018.

ANTUNES, C. H.; PILEGGI, M. ; PAZDA, A. K. Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no ensino médio? In: **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Anais... Ponta Grossa: p. 1-10. Acesso em: 10 out., 2024 Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20bio/4.pdf>

A Portadora; The Most Dangerous Woman in America, 2005; **NOVA**.

BASSOLI, F. Atividade prática e o ensino-aprendizagem de Ciências: mitos, tendências e distorções. *Revista Ciência & Educação*, v. 20, no 3, p. 579- 593, ago./nov. 2014.

BAUER, M. E. et al. Exploration of the integration of microbiology and immunology emerging topics into undergraduate medical education. *Medical Education Online*, [S.l.], v. 29, n. 1, p. 2336331, 31 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/10872981.2024.2336331>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11000598/>. Acesso em: 2 de abril de 2025.

BERBEL, N. A. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-34, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n1p25

BOSSOLAN, Nelma Regina Segnini. *Introdução à microbiologia: disciplina biologia 3*. São Carlos: IFSC-USP, 2002. Acesso em: 19 abr. 2025.

BOUVIER, Nicole M.; PALESE, Peter. The biology of influenza viruses. *Vaccine*, v. 26, supl. D, p. D49–D53, 2008.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Poder Executivo, 2005.

BRASIL. Representação da UNESCO. *Declaração universal dos direitos humanos*. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC,

2018. Disponível em:
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192.
 Acesso em: 11 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Poliomielite*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [202?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/p/poliomielite>. Acesso em: 12 abr. 2025.

BUCHANAN, R. E.; GIBBONS, N. E.; MIKESELL, G. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Volume 5: As actinobactérias. Editado por Michael Goodfellow et al. Nova York, NY: Springer, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-68233-4>. Acesso em: 2 de abril de 2025.

BUENO, Anderson. METODOLOGIAS ATIVAS E APRENDIZAGEM COLABORATIVA: FUNDAMENTOS, MÉTODOS E IMPLEMENTAÇÃO. *Revista Tópicos*, v. 3, n. 19, 2025. ISSN: 2965-6672. DOI: [10.5281/zenodo.15073015](https://doi.org/10.5281/zenodo.15073015)

BURRELL, C. J.; HOWARD, C. R.; MURPHY, F. A. *Medical Virology: Fenner and White's*. 5th ed. London: Academic Press, 2017. p. 11–13.

BRUSSAARD, Corina P. D. Viral control of phytoplankton populations—a review. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, v. 51, n. 2, p. 125–138, 2004.

CÂMARA, F. P.; PORTELA CÂMARA, D. C.; MORENO, M. Segurança em laboratórios de microbiologia e risco de epidemias / Safety in microbiology laboratories and risk of epidemics. **Brazilian Journal of Health Review**. Curitiba, v. 3, n. 5, p. 13396–13402, out, 2020. DOI: 10.34119/bjhry3n5-164. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/17271>. Acesso em: 30 apr. 2025.

CÂMARA, F. P. ; MORENO, M. Ecologia do vírus SARS-CoV-2 e estado atual da COVID-19. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, p. 13106-13112, 2021).

CAMPOS, E. *Uma análise sobre o mercado de impressão 3D no Brasil e outros dados*. [S.l.], mar. 2023.

CARDINALI, S.M.M. e FERREIRA, A.C. A Aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. *Rev. Benjamin Constant*, n.46, 2010. Disponível: Acessado em 10/07/2024.

CASPAR D. L, KLUG A. Physical principles in the construction of regular viruses. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol*. 1962;27:1-24. doi: 10.1101/sqb.1962.027.001.005. PMID: 14019094.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Media Library.

Disponível em: <https://tools.cdc.gov/medialibrary/index.aspx#/results>. Acesso em: 1 maio 2025.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 7ª ed. Ijuí: Editora: Unijuí, 2016.

CLEMENSON, G. D. ; STARK C. E. L. Virtual Environmental Enrichment through Video Games Improves Hippocampal-Associated Memory. *Journal of Neuroscience* 9 December 2015, 35 (49) 16116-16125; DOI:<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2580-15.2015>.

CRAWFORD, Sue E.; RAMANI, Sasirekha; TATE, Jacqueline E.; PARASHAR, Umesh D.; SVENSSON, Lennart; HAGNOM, Marie; FRANCO, Manuel A.; GREENBERG, Harry B.; O'RYAN, Miguel; KANG, Gagandeep; DESSELBERGER, Ulrich; ESTES, Mary K. Rotavirus infection. *Nature Reviews Disease Primers*, [s.l.], v. 3, art. 17083, 9 nov. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrdp201783>. Acesso em: 2 maio 2025.

ELEGOO. *Resinas para Impressora 3D: Tipo ABS, Cura UV LCD 405nm e Fotopolímero*. [S. l.]: ELEGOO, [2025]. Disponível em: <https://us.elegoo.com/search?q=resina+de+impressora+3d+tipo+abs%2C+resina+de+cura+uv+lcd+405nm%2C+resina+fotopol%2C%ADmero>. Acesso em: 11 maio 2025.

ELEGOO. *Saturn 3 12K Resin 3D Printer*. [S. l.]: ELEGOO, [2025]. Disponível em: <https://us.elegoo.com/products/elegoo-saturn-3-resin-3d-printer-12k>. Acesso em: 11 maio 2025.

ELEGOO. *Saturn 4 Ultra 12K - Best Resin Fast 3D Printer 2024*. [S. l.]: ELEGOO, [2024]. Disponível em: <https://us.elegoo.com/products/saturn-4-ultra-12k-10inch-monochrome-lcd-resin-3d-printer>. Acesso em: 11 maio 2025.

FILOMENO, A. et al. Ensino de microbiologia no ensino básico: práticas inovadoras e reflexões pedagógicas. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 3, p. 145–160, 2022.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

GIJBELS, D.; DOCHY, F.; VAN DEN BOSSCHE, P.; SEGERS, M. The effects of problem-based learning: a meta-analysis of studies on the influence of problem-based learning on students' problem-solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 5, p. 650–678, 2014.

GIL-CANTERO, David; MATA, Carlos P.; VALIENTE, Luis; RODRÍGUEZ-HUETE, Alicia; VALBUENA, Alejandro; TWAROCK, Reidun; STOCKLEY, Peter G.; MATEU, Mauricio G.; CASTÓN, José R. Cryo-EM of human rhinovirus reveals capsid-RNA duplex interactions that provide insights into virus assembly and genome uncoating. *Communications Biology*, [S.l.], v. 7, n. 1501, 13 nov. 2024. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/s42003-024-07213-2>. Acesso em: 2 maio 2025.

GUIMARÃES, Luiz Eduardo; FERNANDES, Danilo José Vieira. *Virus*. **Biologia Celular e Molecular**. ResearchGate, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-3-Bacteriofagos-a-Estrutura-e-micrografia-eletronica-de-um-bacteriofago-T-par_fig7_267332910. Acesso em: 1 maio 2025.

HAAVISTO, Vilhelmiina. Suddenly I See: How Microscopes Made Microbiology Possible. American Society for Microbiology, 24 jun. 2022. Disponível em: <https://asm.org/Articles/2022/June/Suddenly-I-See-How-Microscopes-Made-Microbiology-P>. Acesso em: 1 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pessoas com deficiência e as desigualdades sociais no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/34889-pessoas-com-deficiencia-e-as-desigualdades-sociais-no-brasil.html>. Acesso em: 1 maio 2025.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES (ICTV). *Virus taxonomy: 2024 release*. 2024. Disponível em: <https://ictv.global/taxonomy>. Acesso em: 10 de abril de 2025.

KNIPE, David M.; HOWLEY, Peter M. *Fields virology*. 6. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

LANDINHO, F. M.; FRANÇA, C. V. S. R. L.; CRUZ, A. A.; SANTOS, J. O.; LOPES, Y. V. C. P.; SOUZA, J. P. T.; ALMEIDA, O. J. G. Modelo didático tridimensional para o ensino de ciências: construção de uma “folha” para ensinar Botânica a pessoas com deficiência visual. *Ciência em Tela*, v. 12, no 1, p. 1-13, 2019.

LIMA, R. de C. G. de et al. A importância dos modelos didáticos tridimensionais para o ensino de ciências / A importância dos modelos tridimensionais de ensino para o ensino de ciências. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 8, p. 61684–61694, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-551>. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-551>. Acesso em: 19 de abril de 2025.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; SILVA, Cristiane Brandão da; LORETTO, Elgion Lucio da Silva. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. *Acta Scientiae*, v.20, n.2, mar./abr. 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690/2967>

MADIGAN, T. M.; MARTINO, J. M.; CLARK, J. *Microbiologia de Brock*. 12.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MARIZ, Genselena Fernandes. O uso de modelos tridimensionais como ferramenta pedagógica no ensino de biologia para estudantes com deficiência visual. 2014. 112 f. Dissertação

(Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

Melinda, V. & Widjaja, A.E. (2022). Virtual Reality Applications in Education. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 68-72 V. 1, n 1, 2022. DOI:[10.34306/itee.v1i1.194](https://doi.org/10.34306/itee.v1i1.194)

MICHELOTTI, Angela; LORETO, Elgion Lucio da Silva. Utilização de modelos didáticos tateáveis como metodologia para o ensino de biologia celular em turmas inclusivas com deficientes visuais. *Contexto & Educação*, Ijuí: Editora Unijuí, v. 34, n. 109, p. 150–169, set./dez. 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c1b3/f97c6cbac08ff8abc8396b317ea1efc23749.pdf>. Acesso em: 1 maio 2025.

MORAN, J. M.; BACICH, L. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORENO, M.; Caderno de Virologia: Os vírus não dormem!; **Patógenos&Epidemias**. Pg. 12. 2025. Disponível em: [Os Vírus Que não dormem!](https://doi.org/10.29327/838443) Acesso em: 10, jul. 2024 <https://doi.org/10.29327/838443>

MORENO, M.; Modelos Tridimensionais: Úteis para a compreensão da microbiologia?; **Patógenos&Epidemias**. Disponível em: <https://profmarcelomoreno2010.blogspot.com/2022/06/modelos-tridimensionais-sao-uteis-para.html> Acesso em: 10, jul. 2024.

MORENO, Marcelo; COELHO, Mariana de Lourdes Ribeiro Alves; CÂMARA, Fernando Portela; COVID-19 em atletas no campeonato brasileiro de futebol (Brasileirão) de 2020. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 7, n. 4, p. 35867- 35874- abr. 2021.

MORESCO, R. M.; SILVA, K. A. da; SANTOS, C. R. dos; FERREIRA, D. P. O ensino de microbiologia e sua importância para a formação cidadã. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 2, p. 113–124, 2017.

NERI, I.C; CERQUEIRA, V.A; BEZERRA, N.S.R.F; TORRES, C.M.G. O estágio supervisionado e a formação inicial docente: espaço de reflexão e ação. *Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências, Icó –CE*. v.2, n.3, p. 912-920. 2019

OLIVEIRA, P. B. L.; MORBECK, L. L. B. Contextualizando o ensino de Microbiologia na Educação Básica e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Multidisciplinar de Psicologia*, v. 13, nº 45, p. 450-461, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Declaração Universal dos Direitos*

Humanos. ONU Brasil, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91601-declara%C3%A7%C3%A3o-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 1 maio 2025.

OVIGLI, D. F. B. Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Diminuindo distâncias entre universidade e escola pública. *Experiência em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 5, n° 1, p. 145-158, 2010.

PIRIE, N. W.. The Origins of Life: Moscow Symposium. *Nature*. 180, pp. 886-888. 1957. Disponível em: <https://repository.rothamsted.ac.uk/download/060f74e2f2ef1866184e1d26b0610c37524a7dd1f41b2740529db9ef6b0e0db3/4362509/180886a0.pdf>. Acesso em: 20 abr 2025.

PEIRIS, Joseph S. M. et al. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *The Lancet*, v. 361, n. 9366, p. 1319–1325, 2003.

PRIMO, C. S.; PERTILE, E. B. Ciências e biologia para alunos cegos: metodologias de ensino. *Revista Insignare Scientia*, v. 5, n. 1, p. 256–277, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362198864_Ciencias_e_biologia_para_alunos_cegos_metodologias_de_ensino. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANTOS, A. F. da S.; Estratégias metodológicas adaptadas para o ensino de microbiologia para deficientes visuais. **Experiências em Ensino de Ciências**. Pernambuco, v.15, n. 2- 10, jun. 2020.

SAVI, Marcelo; SOUZA, Tiago. *Figura 2 – Vírus HIV*. In: SAVI, Marcelo; SOUZA, Tiago. *Dinâmica da Interação entre o Sistema Imunológico e o Vírus HIV*. 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Virus-HIV-Janeway-Jr-Travers-1996_fig1_277776502. Acesso em: 1 maio 2025.

SANTOS, Norma Suely de Oliveira; ROMANOS, Maria Teresa Villela; WIGG, Marcia Dutra et al. **Viologia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. Ebook. ISBN 9788527738354. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527738354>.

Science Programming on air and online; A Portadora; YouTube, 28 de mar. de 2022. 54min12s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mfT2eNMZIrK&t=409s> Acesso em: 10 de julho de 2024.

SIEGEL, Robert David. Classification of human viruses. In: LONG, Sarah S.; PROBER,

Charles G.; FISCHER, Marc (ed.). Principles and practice of pediatric infectious diseases. 5. ed. Elsevier, 2018. p. 1044–1048.e1. ISBN 9780323401814. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323401814002012>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SILVA, F. S.; PIEIRI, F. A. Abordagens investigativas no ensino de Microbiologia para a promoção da alfabetização científica dos estudantes de nível médio. *Arquivos do Mudi*, v. 26, nº 2, p. 47-57, 2022.

SILVA, João. Microscopia crioelétrica de partículas de rinovírus humano (HRV)-16 e... Disponível em: [Microscopia crioelétrica de partículas de rinovírus humano \(HRV\)-16 e... | Baixar Diagrama Científico](#). Acesso em: 1 maio 2025.

SILVA, J.; FREITAS, W.; ALMEIDA, B.; ARAÚJO, M. “Mundo da virologia”: estratégia didática no ensino de Microbiologia. *Revista Insignare Scientia*, v. 4, nº 6, p. 265-281, 2021.

ROSA, M. M. de S.; FESTOZO, M. B.; VERA, J. A. C. N. Ensino de Microbiologia: uma alternativa ao laboratório tradicional a partir da História e Filosofia da Ciência e metodologia da problematização. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, nº 1, p. 1-23, 2021.

TEICHER, A. Medical bacteriology and medical genetics, 1880–1940: A call for synthesis. *Medical History*, v. 64, n. 3, p. 325-354, 2020.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TÓTH D., PETRUS K., HECKMANN V, SIMON G, Poór V. S. Application of photogrammetry in forensic pathology education of medical students in response to COVID-19. *J Forensic Sci.* 2021;66:1533–1537. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14709>.

UNESCO. (1994). Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca, Espanha: Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais

VIEIRA, Rhian Vilar da Silva. O ensino de Microbiologia na Educação Básica: um relato de experiência na interface escola-universidade. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, nº 21, 6 de junho de 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/20/o-ensino-de-microbiologia-na-educacao-basica-um-relato-de-experiencia-na-interface-escola-universidade>

APÊNCICES

Apêndice A- Sequência Didática sobre Morfologia da partícula viral para pessoas com deficiência visual.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO
Responsável:
Disciplina: Biologia
Nível de Escolaridade: Básico
Público Direcionado: Ensino Médio (podendo ser executado nas três séries)
Tempo Estimado: 03 aulas (50 minutos cada)
Local: Escola
RECORTE TEMÁTICO
Tema Central: Morfologia da partícula viral
Conteúdo estruturante: Ensino da morfologia da partícula viral através de modelos tridimensionais
Conteúdos específicos: <ul style="list-style-type: none"> • História dos Vírus; • Biologia Geral dos Vírus; • Biossíntese viral; • Diversidade dos Vírus e Enfermidades relacionadas
Habilidades da BNCC: “(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas. (EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc. (EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico,

psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar. **(EM13CNT304)** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. **(EM13CNT310)** Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

OBJETIVOS

Geral: Promover a compreensão da morfologia viral, por meio da utilização de recursos táteis e estratégias didáticas acessíveis, possibilitando a identificação das estruturas que compõem os vírus, bem como a relação entre sua forma, função e mecanismos de infecção.

Específicos:

- Compreender a estrutura básica dos vírus por meio da exploração tátil de modelos 3D.
- Identificar e nomear as principais partes de um vírus (capsídeo, envelope, material genético, proteínas de superfície).
- Relacionar a morfologia viral com sua função e forma de infecção.

DETALHAMENTO METODOLÓGICO

Encontros	Atividades	Questões Norteadoras	Recurso Didático
Primeiro Encontro	Ativação de conhecimentos prévios sobre os vírus e reformulação de conceitos básicos através de caixa sensorial	O que vocês entendem por vírus? Qual a primeira palavra que vêm na mente quando vocês escutam a palavra vírus? Como vocês acham	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa sensorial; • Apostila em braile

		que eles são? Como eles “surgiram”?	
Segundo Encontro	Explicação auditiva sobre a estrutura típica de um vírus: cápsula, envelope, RNA/DNA, proteínas e exploração dos modelos 3D com acompanhamento verbal.	O que você está sentindo? Qual a textura? E o formato? Você acha que é qual estrutura do vírus?	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos tridimensionais 3D de partículas virais; • Áudio-descrição; • Apostila em braile
Terceiro Encontro	Comparar um vírus com envelope (ex: HIV), sem envelope (ex: adenovírus), e um bacteriófago. E relacionar a forma e a função	Qual é a principal característica que você sente? Qual diferença você sente na estrutura desses vírus? Como o formato ajuda o vírus a invadir as células?	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos tridimensionais 3D de partículas virais; • Áudio-descrição; • Apostila em braile
ESTRATÉGIA AVALIATIVA			

A avaliação será feita de forma contínua, através da observação participante, tendo como principais critérios: a participação nas atividades táteis e orais, a capacidade de identificação

das partes dos modelos e clareza na explicação da função das estruturas virais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11 jul. 2024.

LANDINHO, F. M.; FRANÇA, C. V. S. R. L.; CRUZ, A. A.; SANTOS, J. O.; LOPES, Y. V. C. P.; SOUZA, J. P. T.; ALMEIDA, O. J. G. Modelo didático tridimensional para o ensino de ciências: construção de uma “folha” para ensinar Botânica a pessoas com deficiência visual. *Ciência em Tela*, v. 12, no 1, p. 1-13, 2019.

MORENO, M.; Modelos Tridimensionais: Úteis para a compreensão da microbiologia?; Patógenos&Epidemias. Disponível em:

<https://profmarcelomoreno2010.blogspot.com/2022/06/modelos-tridimensionais-sao-uteis-para.html> Acesso em: 10, jul. 2024.

SANTOS, A. F. da S.; Estratégias metodológicas adaptadas para o ensino de microbiologia para deficientes visuais. *Experiências em Ensino de Ciências*. Pernambuco, v.15, n. 2- 10, jun. 2020.

ANEXOS

Anexo A- Tabela amostral do índice de pessoas com deficiência visual na população brasileira

29/04/25, 21:29

Tabela 3425: População residente por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio, o sexo e os grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População

Tabela 3425 - População residente por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio, o sexo e os grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População													
Variável - População residente (Pessoas)													
Brasil													
Ano - 2010													
Sexo	Grupo de idade	Tipo de deficiência permanente x Situação do domicílio											
		Total			Deficiência visual - não consegue de modo algum			Deficiência visual - grande dificuldade			Deficiência visual - alguma dificuldade		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Fonte: IBGE - Censo Demográfico													

29/04/25, 21:29

Tabela 3425: População residente por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio, o sexo e os grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População

Total	Total	190.755.799	160.934.649	29.821.150	506.377	438.481	67.896	6.056.533	5.033.221	1.023.312	29.211.482	24.701.413	4.510.069
0 a 14 anos	45.941.635	37.408.567	8.533.068	66.400	56.786	9.613	297.603	248.030	49.572	2.080.352	1.763.797	316.555	
0 a 4 anos	13.806.733	11.311.974	2.494.759	20.935	17.566	3.368	24.707	19.927	4.780	122.581	100.529	22.052	
5 a 9 anos	14.967.767	12.136.881	2.830.886	21.407	18.216	3.192	97.719	81.579	16.140	670.799	570.932	99.867	
10 a 14 anos	17.167.135	13.959.711	3.207.424	24.058	21.004	3.054	175.176	146.524	28.652	1.286.971	1.092.336	194.635	
15 a 64 anos	130.728.560	111.674.249	19.054.311	301.961	266.023	35.938	3.976.160	3.313.065	663.096	22.037.125	18.722.905	3.314.220	
15 a 19 anos	16.986.788	14.035.653	2.951.135	24.457	20.956	3.500	195.493	167.649	27.844	1.357.295	1.172.093	185.202	
15 a 17 anos	10.353.865	8.486.650	1.867.215	14.475	12.369	2.106	117.495	100.115	17.380	821.618	704.124	117.494	
18 e 19 anos	6.632.922	5.549.002	1.083.920	9.981	8.587	1.394	77.998	67.535	10.464	535.677	467.969	67.708	
20 a 24 anos	17.240.864	14.714.074	2.526.790	29.808	26.160	3.647	210.571	184.182	26.389	1.473.070	1.303.764	169.307	
Fonte: IBGE - Censo Demográfico													

29/04/25, 21:29

Tabela 3425: População residente por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio, o sexo e os grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População

25 a 29 anos	17.102.917	14.773.215	2.329.702	35.860	31.696	4.164	232.451	203.609	28.842	1.540.445	1.363.595	176.850
30 a 34 anos	15.744.616	13.613.351	2.131.265	34.986	31.193	3.792	235.409	202.569	32.839	1.523.122	1.332.567	190.555
35 a 39 anos	13.888.191	11.970.596	1.917.595	32.346	28.566	3.780	258.624	220.152	38.473	1.604.547	1.379.536	225.012
40 a 44 anos	13.008.496	11.180.729	1.827.767	31.166	27.263	3.903	438.135	363.113	75.022	2.642.127	2.235.149	406.978
45 a 49 anos	11.834.647	10.183.338	1.651.309	31.233	27.884	3.348	617.095	508.067	109.028	3.481.074	2.941.488	539.586
50 a 54 anos	10.134.322	8.702.799	1.431.523	28.184	24.870	3.314	655.232	536.360	118.872	3.337.231	2.800.865	536.366
55 a 59 anos	8.284.433	7.029.864	1.254.569	28.068	24.736	3.332	605.386	494.787	110.599	2.819.567	2.334.623	484.944
60 a 64 anos	6.503.287	5.470.630	1.032.657	25.855	22.698	3.157	527.765	432.577	95.188	2.258.647	1.859.226	399.422
65 anos ou mais	14.085.604	11.851.833	2.233.771	138.016	115.672	22.345	1.782.770	1.472.125	310.645	5.094.005	4.214.711	879.294
Fonte: IBGE - Censo Demográfico												

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3425#resultado>

3/10

29/04/25, 21:29

Tabela 3425: População residente por tipo de deficiência, segundo a situação do domicílio, o sexo e os grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População

65 a 69 anos	4.852.789	4.051.068	801.720	24.058	20.713	3.345	458.022	374.868	83.154	1.748.246	1.429.941	318.305
70 a 79 anos	6.315.424	5.324.332	991.092	48.118	40.794	7.324	779.786	644.621	135.165	2.328.834	1.932.441	396.394
70 a 74 anos	3.744.738	3.143.844	600.893	23.652	20.247	3.405	426.442	351.574	74.868	1.381.745	1.140.927	240.818
75 a 79 anos	2.570.686	2.180.488	390.198	24.466	20.547	3.919	353.344	293.046	60.297	947.089	791.513	155.576
80 anos ou mais	2.917.391	2.476.433	440.958	65.840	54.165	11.676	544.962	452.636	92.325	1.016.924	852.329	164.595
Fonte: IBGE - Censo Demográfico												

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3425#resultado>

4/10

