



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Deborah Senra Amado

**Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio**

Rio de Janeiro

2022

Deborah Senra Amado

**Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

A481 Amado, Deborah Senra. Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio / Deborah Senra Amado – 2022.  
96f.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Impressão 3D - Teses. 2. Impressão tridimensional. 3. Virologia - Teses. 4. Material didático – Teses. 5. Biologia – Métodos de ensino – Teses. I. Machado, Lúcio Paulo do Amaral Crivano. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 57:371.3

Bibliotecária: Ana Rachel Fonseca de Oliveira  
CRB7/6382

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Deborah Senra Amado

**Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 30 de agosto de 2022.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado (Orientador)  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

---

Prof. Dr. José Carlos Pelielo de Mattos  
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – UERJ

---

Prof. Dr. Aires da Conceição Silva  
Instituto Benjamin Constant

Rio de Janeiro

2022



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas com algum grau de deficiência, em especial a minha filha, Maria Clara Amado Dionísio, que nasceu com uma síndrome rara chamada Síndrome de Willians. Que este trabalho possa ajudar pessoas como você na compreensão daquilo que não podemos ver e, com isso, melhorar a inclusão de pessoas com deficiência intelectual nas salas de aula de todo Brasil. Peço desculpas pela enorme quantidade de horas que lhe foram subtraídas para a execução deste trabalho. Foi por você, para você e com você que ele foi feito. Com amor. Mamãe Deborah.

## AGRADECIMENTOS

Penso que uma dissertação, como esta, para ser feita conta com a colaboração de muitas pessoas, pessoas especiais que nos ajudam a concluir o trabalho de maneira adequada e defensável.

Então, aqui vão os meus agradecimentos, sinceros e de coração.

Agradeço primeiramente a UERJ por fazer parte do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) e possibilitar o meu regresso aos estudos, em especial aos coordenadores do curso: Anderson Vilasboa Vasconcellos e Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado, por possibilitarem um excelente ambiente de estudos e aos professores docentes, pelo enorme esforço que fizeram em tempos de pandemia para continuarem com as aulas remotamente. Somente nós, professores, sabemos o quão difícil foi este período e o quanto tivemos que nos reinventar para darmos conta do “recado”.

Aos Amigos do Mestrado, pelos momentos engraçados e também desesperadores que nos fortaleceram. À turma do caixote, primeira turma a se formar com uma pandemia mundial. À querida amiga que fiz neste mestrado, Renata Sarkis, que vou levar para a vida. Às queridas para sempre Aline Ribeiro e Maria Claudinha, por manterem o grupo unido e com força para continuar em frente, apesar das “ondas” fortes... Aos amigos, Jeniffer Ribeiro, Karla Verônica, Rodrigo Pereira e Gisele Tortorella que alimentavam em mim a força para continuar estudando a medida que o mestrado ia avançando e ficando cada vez mais difícil.

Aos meus familiares, que mesmo a distância, respeitaram a minha ausência, silêncio e solidão, para que este trabalho pudesse ser estudado, redigido e concluído.

Ao meu orientador Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado, uma pessoa incrível e especial. Que muito provavelmente foi escolhido pelos meus anjos e amigos espirituais. Lupa, como todos costumam chamar é: dedicado, amoroso, sensível, estudioso, centrado, calmo, acolhedor, respeitador, um verdadeiro *gentleman*, como muito bem colocou a professora Andréa Espinola de Siqueira. De fato, não tenho como ser mais grata pela orientação explicação, instrução e ensinamentos deste ilustre profissional designado a mim na construção desta dissertação.

À minha mãe e meu pai (*in memoriam*), por acreditarem na minha força de vontade e me incentivarem a sempre superar os meus limites e querer mais.

À minha filha, Maria Clara, por ser a base que constrói em mim a vontade de ir além, acreditando que com dedicação e esforço podemos melhorar o mundo, mudar a história.

Ao meu marido, Bruno Costa Guimarães, por ter sido o primeiro a acreditar que, apesar das minhas mil atribuições como mãe de uma criança especial, esposa e professora, poderia sim, concluir este estudo e ajudar na causa de pessoas como Maria Clara, para que elas tenham voz e possam ser incluídas nas salas de aula de maneira adequada e harmoniosa.

E por último, mas não menos importante, à CAPES, por acreditar, financiar e incentivar que estudos como estes aconteçam, melhorando a sala de aula, a inclusão e a permanência dos estudantes de todo Brasil nas escolas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

"Como as aves, pessoas são diferentes em seus vôos, mas iguais no direito de voar."

*Judite Hertal*

## RESUMO

AMADO, Deborah Senra. **Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio.** 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Os alunos com dificuldade de aprendizado ou com deficiência intelectual têm baixo poder de concentração e pouca capacidade de representações mentais. Representações concretas, como as utilizadas em matemática, podem ajudar na assimilação de conteúdos muito abstratos, facilitando a aprendizagem da informação por esses alunos. O objetivo do presente estudo é criar um conjunto de modelos didáticos tridimensionais e uma sequência didática que permita facilitar o ensino do tema virologia. Por se tratar de um tema complexo, dificultado pelas dimensões microscópicas e pela necessidade de abstração, muitos alunos não conseguem compreender a importância do tema para saúde coletiva, conscientização de hábitos de higiene e medidas preventivas. Os alunos com dificuldade ou deficiência intelectual serão o ponto de partida para a construção de modelos tridimensionais e da sequência didática para se ensinar alguns aspectos importantes relativos a este conteúdo. Antes da criação dos produtos foi feito um levantamento do tema em 22 livros didáticos usados no novo ensino médio da editora Moderna (quatro coleções), com o objetivo de explorar como este conteúdo está sendo abordado. Um questionário foi direcionado e aplicado aos professores de Biologia, com o objetivo de se entender as principais dificuldades encontradas tanto pelos professores em ensinar este conteúdo, quanto pelos alunos em aprendê-lo. A partir daí foi então criada uma sequência didática para o ensino de virologia, além da construção de quatro modelos virais distintos (complexo, helicoidal, icosaédrico e esférico) para demonstrar as diferentes apresentações/representações virais. Com isso, almejamos contribuir para a prática do professor em sala de aula e melhores estratégias de ensino para alunos com dificuldade de aprendizado ou com deficiência intelectual no conteúdo de virologia.

Palavras-chave: Inclusão. Virologia. Modelos 3D. Material adaptado. Deficiência intelectual. Vírus.

## ABSTRACT

AMADO, Deborah Senra. **Development of inclusive didactic material and a didactic sequence on virology, using 3D modeling and printing, for high school students.** 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Students with learning difficulties or intellectual disabilities have low concentration and little capacity for mental representations. Concrete representations, such as those used in mathematics, can help in the assimilation of very abstract contents, facilitating the learning of information by these students. The objective of the present study is to create a set of three-dimensional didactic models and a didactic sequence to facilitate the teaching of virology. Because it is a complex topic, made difficult by the microscopic dimensions and the need for abstraction, many students fail to understand the importance of the topic for collective health, awareness of hygiene habits and preventive measures. Students with intellectual difficulties or disabilities will be the starting point for the construction of three-dimensional models and the didactic sequence to teach some important aspects related to this content. Before the creation of the products, a survey of the theme was carried out in 22 textbooks used in the new high school of the publisher Moderna (four collections), with the aim of exploring how this content is being approached. A questionnaire was directed and applied to biology teachers, in order to understand the main difficulties encountered both by teachers in teaching this content, and by students in learning it. From there, a didactic sequence was created for the teaching of virology, in addition to the construction of four different viral models (complex, helical, icosahedral and spherical) to demonstrate the different viral presentations/representations. With this, we aim to contribute to the teacher's practice in the classroom and better teaching strategies for students with learning difficulties or intellectual disabilities in virology content.

Keywords: Inclusion. Virology. 3D Models. Adapted material. Intellectual Disability. Virus.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Coleções didáticas analisadas .....	31
Figura 2 –	Livros didáticos da editora Moderna e suas coleções .....	32
Figura 3 –	Área de trabalho do <i>Tinkercad</i> .....	35
Figura 4 –	Tela de trabalho do programa <i>Ultimaker Cura</i> usado para fatiamento .....	36
Figura 5 –	Impressora 3D utilizada .....	37
Figura 6 –	Distribuição dos professores participantes por tempo de magistério .....	38
Figura 7 –	Distribuição dos professores participantes por tipo de instituição em que atuam .....	39
Figura 8 –	Distribuição dos professores segundo o segmento de atuação nas escolas ..	39
Figura 9 –	Porcentagem de professores que abordam o conteúdo de virologia durante as aulas .....	40
Figura 10 –	Distribuição das respostas dos professores quando questionados se os alunos apresentam algum tipo de dificuldade para compreenderem o tema virologia .....	40
Figura 11 –	Conteúdos listados, segundo os professores de biologia participantes da pesquisa, como prováveis de serem produzidos em material didático 3D ...	41
Figura 12 –	Porcentagem dos professores que adaptam o conteúdo de virologia com novas estratégias de ensino .....	42
Quadro 1 -	Resumo das coleções contendo o assunto virologia .....	44
Figura 13 –	Ilustração da CL1 (Vol. 1) com conteúdo de virologia.....	45
Figura 14 –	Esquema de replicação viral da CL1 (Vol. 2).....	46
Figura 15 –	Quadro resumo da CL2 abordando as principais doenças infecciosas.....	47
Figura 16 –	Tabela sobre ISTs apresentada na CL3.....	47
Figura 17 –	Representação esquemática da resposta imune apresentada na CL3.....	48
Figura 18 –	Seção “Dialogando com o texto” apresentada na CL1.....	49
Figura 19 –	Exemplificação dos formatos de vírus selecionados para a criação de modelos .....	50
Figura 20 –	Etapas da criação do bacteriófago no <i>Tinkercad</i> (parte 1) .....	52
Figura 21 –	Etapas da criação do bacteriófago no <i>Tinkercad</i> (parte 2) .....	53
Figura 22 –	Modelo de bacteriófago impresso em três dimensões em plástico PLA .....	54

Figura 23 –	Modelo do Mosaico do tabaco .....	54
Figura 24 –	Tela de trabalho do programa <i>Ultimaker Cura</i> mostrando o suporte em azul .....	56
Figura 25 –	Criação de suportes no programa <i>Autodesk Meshmixer</i> .....	56
Figura 26 –	Diversas versões da impressão da representação do genético .....	57
Figura 27 –	Detalhes da impressão da representação do genético .....	58
Figura 28 –	Modelo Mosaico do tabaco impresso .....	58
Figura 29 –	Importando o icosaédrico no Autodesk Meshmixer .....	59
Figura 30 –	Criação da textura em forma de bolhas na superfície .....	60
Figura 31 –	Modelo do adenovírus impresso em 3D .....	60
Figura 32 –	Modelo virtual do SARS-CoV-2.....	61
Figura 33 –	Partes do modelo do SARS-CoV-2 impressas separadamente.....	62
Figura 34 –	Modelo vírus SARS-CoV-2 impresso .....	62
Figura 35 –	“Mutação” do SARS-CoV-2 .....	63
Figura 36 –	Página do jogo <i>PLAGUE Inc</i> em execução .....	67
Figura 37 –	Jogo sobre virologia disponível publicamente na plataforma <i>Kahoot</i> .....	69
Quadro 2 –	Resumo das etapas da sequência didática .....	70



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALA	Atividade de livre associação
ENEBIO	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
EREBIO	Encontro Regional de Ensino de Biologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
MEC	Ministério da Educação
NEE	Alunos com Necessidade Educacional Específica
PNE	Pessoas com necessidades específicas
SARS-CoV-2	Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
3D	Tridimensional
NEE	Novo Ensino Médio
COVID - 19	Corona vírus

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	19
1.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	19
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	28
3.1	<b>Submissão do projeto ao comitê de ética</b> .....	28
3.2	<b>Levantamento bibliográfico</b> .....	28
3.3	<b>Levantamento das dificuldades encontradas no ensino de virologia</b> .....	29
3.4	<b>Análise dos livros didáticos do novo ensino médio</b> .....	29
3.5	<b>Sequência didática</b> .....	32
3.6	<b>Criação dos modelos 3D</b> .....	34
3.7	<b>Impressão 3D dos modelos</b> .....	35
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
4.1	<b>Análise dos questionários</b> .....	38
4.2	<b>Conteúdo de virologia nos livros didáticos do Novo ensino Médio</b> .....	43
4.3	<b>Modelos tridimensionais dos vírus</b> .....	50
4.4	<b>Sequência didática</b> .....	65
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	73
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
	<b>APÊNDICE A- Questionário</b> .....	80
	<b>APÊNDICE B- Modelos 3D de virologia para alunos do ensino médio: criação, download e impressão</b> .....	83
	<b>APÊNDICE C- Guia para a aplicação de uma sequência didática sobre o sistema virologia para alunos do Ensino Médio</b> .....	89
	<b>ANEXO - Parecer do comitê de ética</b> .....	92

## INTRODUÇÃO

### Breve Histórico da Educação Especial

A Educação Especial no Brasil passou por diversos cenários que foram desde o abandono, a exclusão, a segregação, até a obrigatoriedade de inclusão em escolas regulares. A criação do “Instituto dos Meninos Cegos” (hoje Instituto Benjamin Constant), em 1854, e do “Instituto dos Surdos-Mudos” (hoje, Instituto Nacional de Educação de Surdos – INES), em 1857, foram importantes marcos construídos na cidade do Rio de Janeiro por iniciativa do governo Imperial (BUENO, 1993).

Alguns pesquisadores, ao analisarem os marcos históricos da educação especial (e.g., MENDES, 1995; JANNUZZI, 1992), normalmente assinalam períodos distintos que demarcam modificações na concepção da deficiência. Passando por um período de abandono na idade média, segregação na idade moderna, exclusão na idade contemporânea e, a partir da década de 1970, observou-se um movimento de integração social dos indivíduos com o objetivo de oferecer um ambiente escolar o mais próximo possível daqueles oferecidos às pessoas sem deficiência. O período atual é marcado pelo movimento de inclusão (MIRANDA, 2008).

Todas as formas de se pensar em educação de alunos com necessidades educacionais específicas (NEE) refletem a estrutura econômica, social e política de uma época, e durante a maior parte da história da humanidade a pessoa com deficiência vítima de segregação (MIRANDA, 2008).

Em 2008, o Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial apresentou a Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva, que acompanha os avanços do conhecimento e das lutas sociais, visando constituir políticas públicas promotoras de uma educação de qualidade para todos os alunos. Na perspectiva da educação inclusiva, o público-alvo são os alunos com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação (BRASIL, 2008).

A partir de então, observamos um crescente número de alunos da Educação Especial em todo território nacional, como mostram os dados do Censo Escolar, coletados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) de 1998 e 2012, que registrou um aumento de 143% no número de matrículas de estudantes com deficiência, e um aumento ainda maior da proporção de estudantes com NEE em classes regulares (76%) (MEC, 2012).

Recentemente, o Censo Escolar revelou que o número de matrículas de alunos com deficiências, transtornos globais do desenvolvimento e/ou altas habilidades/superdotação em classes comuns (incluídos), ou em classes especiais ditas como exclusivas chegou a 1,2 milhão em 2018, um aumento de 46,27% em relação a 2012 (INEP, 2018).

Na prática, não existe um modelo ideal de educação especial, mas este deve atender as necessidades do público-alvo, seja por modelos segregacionistas ou inclusivos, pois o processo de ampliação da Educação Especial aumenta as oportunidades educacionais para as crianças com dificuldades (BUENO, 1993).

Contudo, apesar de todos os esforços, leis, decretos, projetos e do aumento do número de alunos com deficiência na rede regular de ensino, o atendimento das necessidades específicas dos alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e/ou altas habilidades/superdotação está muito longe de ser alcançado.

A escola, sendo reflexo do mundo e também agindo nele, ao mesmo tempo em que reproduz comportamentos de segregação, abandono ou exclusão, também é responsável por inserir as “novidades” no trato da questão. A política de inclusão é uma delas.

No entanto, cabe questionar o quanto as escolas, em especial as que fazem parte do sistema de educação do estado do Rio de Janeiro, estão preparadas para os objetivos desta inclusão.

Pode-se identificar, no interior da escola, a carência de recursos pedagógicos e a fragilidade da formação dos professores para lidar com o público alvo da educação especial.

Em lei, muitas conquistas foram alcançadas. Entretanto, precisamos garantir que essas conquistas, expressas nas leis, realmente possam ser efetivadas na prática do cotidiano escolar, pois o governo não tem conseguido garantir a democratização do ensino, permitindo o acesso, a permanência e o sucesso de todos os alunos do ensino especial na escola (MIRANDA, 2008).

No Brasil, o movimento de educação inclusiva foi apoiado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n. 9394/96 (BRASIL, 1996), a qual expressa em seu Capítulo V, art. 58º, que a Educação Especial deve ser oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, devendo ser oferecidos serviço de apoio específico, quando necessário.

Em função disso, houve um aumento do número de pessoas com necessidades educacionais específicas nas escolas que, por sua vez, passaram a viver o desafio de garantir o acesso de todos ao currículo comum, obrigando uma prática pedagógica coerente com as dificuldades dessas pessoas (PLETSCH, 2014).

As políticas educacionais de inclusão têm implicado na reestruturação de escolas de ensino regular com a formação de turmas mistas, nas quais estudam juntos alunos com e sem NEE (BRASIL, 2001).

A grande questão está em como oferecer a este alunado com características diferenciadas um aprendizado igualitário. Como chegar ao conhecimento sobre determinadas disciplinas tão distantes de suas capacidades?

Dentro da política de inclusão das escolas muitas vezes a aprendizagem não consegue ser transmitida porque faltam recursos didáticos para que todos os alunos alcancem o conhecimento de maneira autônoma, sendo o professor apenas o mediador no processo educativo.

A experiência me mostrou que aluno com dificuldade de aprendizado, ou com deficiência intelectual, tem baixo poder de concentração e baixa capacidade de representações mentais, não fixando bem o conteúdo. Representações concretas, como em matemática, podem ajudar a assimilação de conteúdos muito abstratos, pois dão um melhor apoio do aprendizado (SILVA e SCHIRLO, 2014).

Lipson (2007) afirma que atividades práticas podem melhorar o ensino, ainda mais quando se trata de conceitos abstratos de difícil visualização. O autor ainda argumenta que os modelos físicos no ensino também possibilitam que estudantes cegos ou de baixa visão adquiram conceitos espaciais por meio da manipulação desses objetos.

O aproveitamento da tecnologia de impressão 3D no aprendizado também é usado na matemática. Segundo os autores Knill e Slavkovsky (2013b), a visualização de provas e conceitos é importante para a comunicação da matemática, não sendo somente ilustrativa, mas apresentando um valor prático, pois modelos físicos tornam a matemática mais perto dos aprendizes (KNILL; SLAVKOVKY, 2013b apud AGUIAR, 2016 p.41).

A utilização de instrumentos construídos a partir de impressoras 3D tem dupla função no processo de ensino aprendizagem, uma é a construção de processos psicológicos superiores, a outra é a participação ativa dos alunos por se tratar de um material divertido (AZEVEDO et al., 2012).

Pela enorme distância entre a lei, que prega um ensino igualitário para os alunos com diversas deficiências e o que de fato acontece nas redes de ensino regular do país, a implementação de métodos didáticos que possibilitem uma prática pedagógica eficaz para esses alunos, é uma preocupação na área de ensino de todo país.

Com uma adaptação curricular e métodos didáticos alternativos, pode-se encontrar um novo caminho no ensino que atenda às necessidades educacionais específicas de maneira mais colaborativa e, portanto, mais efetiva.

Toda a escola deve ser repensada para ser capaz de atingir este aluno, o qual não se sabe o quanto pode ou não aprender, pela simples falta de habilidade dos professores na comunicação para com eles.

Neste trabalho iremos criar modelos tridimensionais associados a uma sequência didática com objetivo de contribuir com o ensino de biologia no conteúdo de virologia e estimular o protagonismo do aluno no ensino por investigação.

### **Virologia e uso de modelos didáticos**

Estudar organismos microscópicos, que não se pode ver, sentir, cheirar ou tocar já é por si só um desafio, precisa-se de muita imaginação e processos cognitivos que alunos com deficiência intelectual, por exemplo, não possuem.

As imagens microscópicas ensinadas pelos livros didáticos, figuras, ou slides perdem o seu objetivo quando não conseguem ser bem compreendidas e imaginadas. O material concreto funciona como uma ferramenta de apoio para o educador conciliar teoria e prática objetivando uma aprendizagem significativa do aluno (SILVA e SCHIRLO, 2014).

O tema virologia nunca foi tão atual e importante. Em 2020 o mundo inteiro parou como consequência de uma pandemia causada por um vírus conhecido como SARS-CoV-2. Neste contexto fica evidente a preocupação em se ensinar conceitos básicos de virologia para alunos da rede pública de ensino, especialmente aqueles com deficiência intelectual ou dificuldade no aprendizado.

A identificação de patógenos, as fontes de contaminação, as formas de transmissão, assim como os tratamentos e o controle da infecção tem papel fundamental na saúde pública e interferem diretamente em medidas de prevenção e um maior controle da situação (SANTOS, 2018).

Nesse escopo, os estudantes que conhecerem melhor este conteúdo, entendendo o que deve ser feito, terão melhores chances de agir corretamente, pois, o estudo dos vírus é um tema complexo, dificultado pelas dimensões microscópicas e pela necessidade de abstração para uma melhor compreensão conceitual (MALDANER, 2000).

Os professores de Ciências e Biologia enfrentam muitos desafios para superar limitações com relação à metodologia e aos conceitos em seu cotidiano escolar. Muito tem se discutido sobre os fatores que contribuem para tornar o ensino de virologia mais significativo para os alunos e sobre a importância da utilização de diferentes modalidades didáticas, a fim de promover, a todos os envolvidos, um processo de ensino e aprendizagem dinâmico, interativo e significativo (MEIRA, 1998).

Partindo do pressuposto que em uma sala de aula há grande diversidade de pessoas e, conseqüentemente, de realidades, sabe-se que nem todos os alunos aprendem da mesma maneira e nem todos têm facilidade em trabalhar com determinada ferramenta (MEIRA, 1998). Se justifica, portanto, a necessidade de se criar ferramentas adequadas a todos os alunos, com ou sem deficiência, pois cada um vai atingir o conhecimento de uma maneira diferente.

Para Maldaner (2000), o estudo dos microrganismos é fundamental, porém, por vezes, não é significativo para os alunos, por tratar-se de organismos muito pequenos, invisíveis a olho nu. Para suprir esta carência e despertar o interesse dos alunos para que consigam compreender como estes seres são organizados, como é sua estrutura e de que forma estão envolvidos conosco é necessário que o professor utilize metodologias alternativas e atrativas.

Em uma pesquisa documental, feita por Karas e colaboradores (2018), foram investigados 34 trabalhos publicados nos anais do Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREPIO SUL) e no Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEPIO), entre os anos de 2010 e 2015, quanto as modalidades didáticas utilizadas no ensino de virologia. Há uma grande predominância do uso de TIC(Tecnologias de Informação e Comunicação) entre as modalidades didáticas, presente em 18 dos 34 relatos da experiência, e em 15 relatos a modalidade expositiva dialogada esteve presente. Esta modalidade, diferente do modelo tradicional de ensino, permite um maior diálogo e troca de experiências entre o professor e o aluno, através dos quais o professor e aluno constroem juntos o conhecimento.

Segundo Garrido (2002 apud KARAS et al., 2008) é no momento do diálogo e da reflexão que os alunos tomam consciência de sua atividade cognitiva e podem aperfeiçoá-las. Ainda neste sentido, Moran (1997) afirma que o professor não seria mais dono da informação, mas um facilitador desta informação, um coordenador, e sua tarefa é fazer a ponte entre esta informação e o aluno.

De acordo com Justina e Ferla (2006), modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos. Os modelos são recursos didáticos fundamentais em atividades disciplinares que têm como

objetivo auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de forma mais eficiente (CERQUEIRA e FERREIRA, 1996; BATISTETI et al., 2009).

Muitos modelos concretos têm sido feitos para ajudar a formação conceitual de alunos, como representações de moléculas químicas com bolas de isopor e palitos de madeira (BARBOSA, 2015); biscuit (MATOS et al., 2009), gesso (FREITAS et al., 2008), resinas (BRENDLER et al., 2014) e plásticos (SCHELBEL, 2015). Aguiar (2016) utilizou a tecnologia de impressão 3D no ensino de ciências, resultando em diversos objetos didáticos aplicados nas áreas de química, física e biologia.

Nem sempre encontramos na rede pública de ensino equipamentos como lupas e microscópios que possam oferecer uma melhor visualização de organismos microscópicos, como as células e as bactérias. Este fato torna o ensino deste conteúdo prejudicado e pode ser minimizado com o uso de modelos didáticos macroscópicos (FREITAS et al., 2008).

A minha motivação inicial foi a construção de um material inclusivo em três dimensões (3D), dentro do tema virologia, que pudesse tornar mais concreto o aprendizado deste conteúdo para alunos com deficiência cognitiva, pela grande dificuldade que muitos alunos têm em imaginar coisas que eles nunca viram, , optei por confeccionar um material inclusivo sobre vírus, que sirva de apoio para a aprendizagem de todos os alunos, incluindo alunos os com deficiência intelectual.

Diante do exposto, consideramos que a construção de modelos 3D sobre virologia possa auxiliar no ensinamento deste conteúdo, favorecendo a promoção da saúde em condutas mais adequadas e preventivas.



## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Geral**

Desenvolver modelos didáticos tridimensionais e uma sequência didática sobre virologia que valorizem o ensino inclusivo para alunos com NEE e estimulem o protagonismo dos alunos do 2º ano do Ensino Médio da Rede estadual de ensino do Rio de Janeiro.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- a) Realizar o levantamento de quais os melhores conteúdos dentro do tema virologia a serem trabalhados com as tecnologias 3D;
- b) Levantar quais são os temas mais pertinentes sobre o conteúdo de virologia a serem trabalhados com a tecnologia 3D;
- c) Analisar como o conteúdo de virologia é abordado em livros didáticos do ensino médio escolhidos para esta pesquisa;
- d) Desenvolver modelos 3D relacionados ao tema virologia que possam permitir um melhor entendimento deste conteúdo para alunos com dificuldade de aprendizagem, sobretudo com dificuldade intelectual.- Elaborar uma sequência didática que utilize o material 3D inclusivo para facilitar a aprendizagem e valorizar o protagonismo do aluno na construção do seu conhecimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A abordagem teórica que norteia o desenvolvimento desta dissertação está fundamentada nos trabalhos de John Dewey (1859-1952), David Paul Ausubel (1918-2008) e Antoni Zabala, pela relação que esses autores possuem com uma prática educativa inclusiva, levando em conta a experimentação, de um jeito humanista e global. John Dewey por considerar o aprendiz como centro dos processos de ensino aprendizagem e chamar a atenção para uma educação voltada para o cotidiano. David Paul Ausubel, por sua contribuição por uma aprendizagem com significado real, propôs a teoria da aprendizagem significativa, que leva em consideração o que o aluno já sabe e se orienta que o professor baseie-se nisso para que os estudantes possam ancorar os conhecimentos prévios aos novos conhecimentos. Finalmente, os trabalhos de Antoni Zabala, que colocam a diversidade em pauta, chamando a atenção para a contribuição do docente no ensinamento de condutas adequadas à heterogeneidade das escolas e a importância das sequências didáticas para a promoção e adequação de conteúdos disciplinares.

A dificuldade de encontrar estudos relacionados à educação inclusiva e o ensino de ciências, me fez perceber que este é ainda um campo pouco explorado pelos professores e pelos pesquisadores.

Em um estudo publicado em 2018 por Silva e Beco, que fizeram um levantamento bibliográfico sobre educação inclusiva e ensino de ciências, foram encontrados, entre os anos de 2006 e 2015, apenas 28 artigos sobre a temática, dos quais: 15 sobre ensino e aprendizagem de Ciências; 12 sobre formação de professores de ciências na perspectiva da educação especial e 1 sobre avaliação e currículo para a Educação Especial. A maioria dos trabalhos falava sobre deficiência visual e o ensino de física, o que torna de extrema importância uma maior e melhor investigação de como se processa a aprendizagem em alunos com outras deficiências, como a deficiência intelectual e a dificuldade de aprendizado, abordados aqui nesta dissertação.

Zabala (1998) chama atenção para a diversidade que existe dentro de uma sala de aula, e que, apesar da longa permanência de um sistema educativo essencialmente classificatório e antecedente, este tipo de comportamento seletivo não é mais justificável e nem tolerável. Levar em consideração apenas a capacidade cognitiva do aluno parece fora de lugar. Ao professor, não cabe mais selecionar o aluno por seu desempenho em sala de aula apenas através de notas formais, os professores deveriam optar por um modelo de educação integral

com enfoque globalizador, fornecendo meios para o crescimento de todos os alunos, formando-os nas diversas capacidades, sem deixar de atender os que têm menos possibilidades. Esta nova maneira de ensinar obriga a modificar muitos costumes e rotinas que herdamos de um ensino de caráter seletivo (ZABALA, 1998).

Em 1994, foi elaborado um documento na Conferência Mundial sobre Educação Especial, em Salamanca, na Espanha, com o objetivo de fornecer diretrizes básicas para a formulação e o estabelecimento de regras padrões para equilibrar as oportunidades para pessoas com deficiência. Assegurar, pelos estados, que a educação de pessoas com deficiência seja parte integrante do sistema educacional (UNESCO, 1994). Esta declaração preconiza que “cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprias” (BRASIL, 1994).

Após a Declaração de Salamanca é possível dizer que vem se estabelecendo uma visão de que crianças e jovens com necessidades educacionais específicas, mesmo aqueles com dificuldades severas, devem ser incluídos em escolas regulares. Nasce, assim, o conceito de educação inclusiva. Uma escola com propostas curriculares adaptadas às necessidades dos alunos. Nas palavras de Carvalho (1998):

Uma escola aberta à diversidade, isto é, que respeite e ressignifique as diferenças individuais, bem como que estimule a produção de respostas criativas, divergentes, em oposição às estereotípias e à homogeneidade do sócio culturalmente entendido como “normal”. Tal perspectiva implica numa redefinição do papel da escola, a partir da mudança de atitude dos professores e da comunidade (p.59).

Durante muito tempo a escola foi organizada por sua homogeneidade, ideia defendida pela pedagogia tradicional. Essa mesma homogeneidade, porém, não existe na sociedade, pois no mundo real encontramos pessoas diferentes e a escola deve ser organizada com atenção à diversidade. Não vivemos em uma sociedade homogênea, então a escola também não poderia sê-la. A escola precisa ser respeitar essa heterogeneidade.

Toda essa linha construtivista e de enfoque globalizador com respeito à diversidade e às diferenças, deveria fazer parte da dinâmica educacional de todo professor, pois estes deveriam ensinar a ética, tolerância e os valores para se construir uma sociedade mais justa, crítica e responsável (ZABALA, 1998).

Para a criação de uma escola inclusiva de qualidade, segundo Shaffner e Buswell (1999), é preciso estabelecer uma filosofia de escola baseada “nos princípios democráticos e igualitários da inclusão, da inserção e da provisão de uma educação de qualidade para todos os alunos” (p.70). O sistema de educação inclusivo e de qualidade deve estar voltado para as

necessidades gerais do aluno e estas necessidades devem ser um ponto central em qualquer planejamento, inclusive na elaboração de sequências didáticas.

Uma sequência didática permite ao educador avaliar, do ponto de vista conceitual, procedimental e atitudinal os saberes dos alunos, de maneira a torná-los mais significativos, a saber: o que é, o que fazer, o que ser. Segundo Santos, Coutinho e Silva:

Neste sentido, nos dedicamos ao desenvolvimento de sequências didáticas de biologia para o ensino médio orientadas pelos seguintes enfoques: da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), questões sociotécnicas ou tecnocientíficas e o ensino de ciências por investigação (SANTOS, COUTINHO e SILVA, 2016, p. 9).

Ao eleger referenciais que abrangem o desenvolvimento de estratégias didáticas ativas, com um olhar para a inclusão, interacionista e de caráter formativo pretendemos produzir materiais inclusivos que possam melhorar o entendimento de alunos com deficiência intelectual ou dificuldade de aprendizado nas aulas de biologia (SANTOS, COUTINHO e SILVA, 2016).

Para alcançar uma aprendizagem considerada significativa, as atividades pedagógicas em sequência, como o nome sugere, não podem ser dissociadas de uma ordem. Por este motivo, devem ser pensadas com início, meio e fim (ZABALA, 1998).

A sequência deve levar em consideração características socioculturais, espaciais e temporais para que o professor possa realizar adaptações, caso necessário, de acordo com suas necessidades, levando a uma aprendizagem significativa.

Na aprendizagem significativa, levamos em consideração os conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, chamados de subsunçores. Estes estabelecem uma relação de significado do novo conhecimento com outro já sedimentado e adquirido anteriormente, o que favorece a aprendizagem. Nesta interação, não apenas o novo conhecimento alcança significado, mas também o conhecimento anterior fica mais rico, mais elaborado, adquire novas correlações (MOREIRA, 2016).

Para David Ausubel (1982), esta interação (entre conhecimentos novos e prévios) é a característica chave da aprendizagem significativa. Na interação que caracteriza a aprendizagem significativa, o novo aprendizado deve relacionar-se de maneira não-arbitrária e substantiva com aquilo que o aprendiz já conhece e este deve apresentar uma predisposição para aprender. A aprendizagem significativa é aquela em que temos a aquisição de novos significados e, desta maneira, esses novos significados se tornam o próprio produto da aprendizagem real.

O grande problema dos alunos com deficiência intelectual ou dificuldade no aprendizado em um sistema que não contempla as diferenças, está no fato de que esses alunos possuem uma grande dificuldade em estabelecer ligações entre conhecimentos prévios e novos, por não terem recursos cognitivos que proporcionem isso. Esta interação poderia ser mais bem explorada com materiais concretos, como aqueles criados com impressão 3D, por meio dos quais o aluno tem acesso a outros tipos de informações, além das visuais ou faladas. Este recurso tátil pode ajudar esse aluno com pouca capacidade intelectual, ou dificuldade de aprendizado, a preencher esta lacuna entre conhecimentos estabelecidos e novos, melhorando o aprendizado.

Para o ensino de virologia, este tipo de conexão poderia oportunizar ao aluno com deficiência intelectual, ou outras dificuldades, condutas mais adequadas e efetivas na promoção da saúde.

Segundo Moreira (2016):

Voltando às condições da aprendizagem significativa, uma delas é que o material seja potencialmente significativo. A outra é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica em que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). E, de modo recíproco, independentemente de quão disposto a aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo – se não for relacionável à estrutura cognitiva, de maneira não-literal e não-arbitrária. (MOREIRA, 2016, p.12).

A aplicação de modelos tridimensionais possibilita uma maior interação entre o observador e o fenômeno estudado. Esta dissertação aborda o entendimento dos vírus, que são estruturas microscópicas impossíveis de serem visualizadas a olho nu. Os modelos facilitam o entendimento justamente por poderem ser manipulados e observados de perto, os alunos podem analisar suas estruturas externas, internas, cores, formas etc. Desta maneira, espera-se criar uma aprendizagem das estruturas virais do tipo “por descoberta”, ao mesmo tempo em que possibilita uma aprendizagem “receptiva” em relação aos conceitos relacionados às suas estruturas externas, reconhecimento imunológico, barreiras celulares e meios de propagação, estruturados através de uma sequência didática (MOREIRA, 2016).

Segundo Ausubel, na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta, a

aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto estabelecer ligações a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Isto é, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem só é significativa, segundo a concepção “ausubeliana,” se o novo conteúdo for incorporado, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva (MOREIRA, 2016).

Para os alunos com deficiência intelectual, ou dificuldade de aprendizagem, é importante que grande parte do que se aprende em sala de aula seja usado para a resolução de problemas da vida diária. O conhecimento em virologia poderá ser facilmente aplicável ao cotidiano do aluno, oportunizando ações em promoção da saúde e medidas preventivas, e grande parte desses problemas são resolvidos através da aprendizagem por descoberta (MOREIRA, 2016).

Esta relação entre o que o aluno aprende dentro da sala de aula e suas vivências fora da sala de aula é mais bem defendida por John Dewey, ao colocar o aprendiz como centro dos processos de ensino e de aprendizagem (ABREU, 2009). A relevância de se considerar a vida do aprendiz como fator fundamental para os ensinamentos da sala de aula proporciona momentos de aprendizagem que fazem sentido na vida do aluno (DIESEL et al., 2017).

Dewey reconhece que vida e educação devem andar juntas, não havendo distinção do que se ensina para a escola e o que se aprende na vida, a escola deve proporcionar momentos de aprendizagem que façam sentido às condições da vida do aluno (DIESEL et al., 2017). Para Dewey, a educação torna-se, desse modo, uma ‘contínua’ reconstrução da experiência, em suas palavras:

Está, porém, ainda por se provar que o ato de aprender se realiza mais adequadamente quando é transformado em uma ocupação especial e distinta. A aquisição isolada do saber intelectual, tentando muitas vezes impedir o sentido social que só a participação em uma atividade de interesse comum pode dar, deixa de ser educativa, contradizendo o seu próprio fim. O que é aprendido, sendo aprendido fora do lugar real que tem na vida, perde com isso o seu sentido e o seu valor (DEWEY, 1978 apud DIESEL et al., 2017, p. 27).

Dewey estabelece cinco condições para uma aprendizagem que integra diretamente a vida: “só se aprende o que se pratica; mas não basta praticar, é preciso haver reconstrução consciente da experiência; aprende-se por associação; não se aprende nunca uma coisa só; toda aprendizagem deve ser integrada à vida” (DIESEL et al., 2017, p. 282).

Para tanto, os conteúdos devem atingir o contexto do estudante, para que este possa refletir sobre ele. Dentro da pesquisa aqui proposta pretende-se trazer o ensino de virologia, para uma ação educativa e intelectual transformando o ensinamento em atitudes de educação

sanitárias e preventivas desempenhadas fora do ambiente escolar. Uma ação essencialmente formativa, corroborando com seu próprio fim de ensinar para a vida.

O momento que estamos vivendo, provocado pela pandemia do Coronavírus, chamou a atenção mundial para “os vírus”, assunto nem sempre de fácil entendimento pelos estudantes. E, como forma de ajudar nesta aquisição de conhecimento de forma ativa e interativa, o presente estudo propõe o desenvolvimento de um material didático 3D, aplicado a partir de uma sequência didática, como forma de vincular os ensinamentos da sala de aula com os acontecimentos do cotidiano. Os estudantes podem se relacionar com o conteúdo aqui abordado de maneira mais científica, estimulados por suas curiosidades e o papel deles na sociedade.

A educação elaborada na escola precisa ser adequada para a vida, de modo que os estudantes possam ligar o conhecimento construído com possibilidades reais de aplicação prática, ou seja, aprender com sentido, com significado contextualizado, problematizar possibilitando uma maior interação com o aluno. O conteúdo precisa estar ligado ao contexto do aluno de maneira a instigá-lo (DIESEL et al., 2017).

O planejamento e a organização desta proposta de ensino levam em consideração os alunos, principais participantes do processo ensino-aprendizagem que deverão apreciar, interagir e buscar solucionar as questões apresentadas na prática.

O método envolve a construção de situações de ensino que promovam uma aproximação crítica do aluno com a realidade; a opção por problemas que geram curiosidade e desafio; a disponibilização de recursos para pesquisar problemas e soluções; bem como a identificação de soluções hipotéticas mais adequadas à situação e a aplicação dessas soluções. Além disso, o aluno deve realizar tarefas que requeiram processos mentais complexos, como análise, síntese, dedução, generalização (MEDEIROS, 2014, p. 43).

Como já colocado anteriormente, as propostas destinadas ao ensino devem ser pensadas na realidade daqueles que dela participam, devem focar na atividade dos estudantes, planejadas e organizadas para atingir seu principal objetivo, ou seja, a real aprendizagem por parte destes (DIESEL et al., 2017).

Na busca da autonomia do estudante com deficiência intelectual ou dificuldade de aprendizado, é necessário que as condições metodológicas das escolas, como um material didático adaptado, sejam consideradas de forma a facilitar a aprendizagem deste aluno dentro do ambiente escolar. O desenvolvimento educacional discente ainda é difícil e complexo, mesmo com tantos avanços na sociedade atual. Mendonça (2013) defende que as constantes transformações da sociedade, principalmente na área educacional, exigem um novo modo de

pensar a formação do indivíduo, em que as diversas barreiras, sejam elas atitudinais, arquitetônicas/de acessibilidade, comunicacionais ou pedagógicas, precisam ser rompidas para alcançar a verdadeira inclusão.

Os alunos com deficiência intelectual ou com dificuldade de aprendizagem, devem ter acesso aos mesmos conteúdos que os outros alunos, a diferença em sua maioria está ligada à metodologia utilizada e ao material de apoio que facilitará esse aprendizado.

É importante uma abordagem mais interacionista com o estudante, como um sujeito da aprendizagem capaz de pensar, construir, discordar etc. Assim, a inclusão nas escolas, focando no contexto de sala de aula, deve partir do docente, ao utilizar estratégias inovadoras para sua aula, permitindo que o aluno tenha uma participação ativa (RIBEIRO, 2017).

O uso de modelos tridimensionais pode conceder uma maior e melhor aproximação do discente com a parte conceitual, o que torna a apropriação de conceitos e teorias mais robustas. A relação que se estabelece entre o material didático 3D e o aprendiz pode proporcionar um melhor entendimento das relações entre os vírus e os organismos e como se dá essa interação, ficando mais fácil perceber como, por exemplo, pessoas ou organismos podem se contaminar.

Além dos questionários e da produção de um material didático em 3D, a proposta metodológica contará também com uma sequência didática que poderá ser aplicada pelo professor regente, para a identificação dos conceitos aprendidos e como eles se relacionam ao conhecimento de virologia e, assim, é possível que o professor estabeleça estratégias que facilitem a aprendizagem de etapas posteriores.

Nesse sentido, a relevância desta pesquisa está em trazer um conhecimento importante, relacionado com o cotidiano do aluno, que tem explícita uma metodologia ativa de aprendizagem, e que possui uma relação direta com a inclusão escolar e conteúdo de virologia, ao passo que será proposta uma alternativa de material inclusivo explorando a tecnologia 3D, com vistas à maximização da autonomia por parte desses estudantes.

As práticas pedagógicas possuem um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes com deficiência intelectual ou dificuldade de aprendizado. Apesar de cada docente construir suas concepções, existem alternativas tecnológicas que são capazes de favorecer elementos mais viáveis e significativos no processo de ensino-aprendizagem desses estudantes. Ademais, apesar da existência de alternativas tecnológicas que estimulam o pensamento crítico, a utilização da impressão 3D ainda é pouco explorada nesta vertente (FERNANDES e MOTA, 2016).



O que se espera é a utilização da impressão 3D como ferramenta de criatividade, reflexão e aprendizagem do conteúdo de virologia que, associada a uma sequência didática, proporcione a construção e reconstrução de saberes e competências por parte dos alunos, incluindo aqueles com dificuldade de aprendizagem e deficiência intelectual de forma ativa, tátil, interacionista, autônoma e significativa.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como proposta desenvolver modelos 3D e uma sequência didática que possam apresentar de maneira mais concreta e visual o conteúdo de virologia dado no ensino médio para alunos do Colégio Estadual Antônio Prado Junior, localizado no bairro da Tijuca, no Rio de Janeiro, com dificuldade de aprendizado e/ou alunos com deficiência intelectual. Devido a pandemia de 2020, causada pelo vírus SARS-CoV-2, e a baixa frequência dos alunos na plataforma de ensino remoto (APLICA-SE), disponibilizada para uso durante a pandemia de todas as escolas estaduais, os alunos não participaram da idealização dos produtos.

Para tornar os produtos mais aplicáveis às práticas pedagógicas dos professores de Biologia, foi feito um levantamento, por intermédio de um questionário, para identificar quais eram as principais dificuldades encontradas para se ensinar virologia e elencar os possíveis temas capazes de ser ensinados com o auxílio de modelos em 3D.

Os modelos produzidos foram impressos e incorporados a uma sequência didática também desenvolvida para apresentar o conteúdo de virologia e servindo como suporte estratégico para facilitar a aprendizagem de alunos com dificuldade de aprendizado e/ou com algum tipo de deficiência (intelectual, física, visual, auditiva).

#### 3.1 Submissão do projeto ao comitê de ética

O presente projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em 16 de março de 2021 (Anexo A), número CAAE: 42548621.9.0000.5282

#### 3.2 Levantamento bibliográfico

Foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o histórico e marcos da educação especial no Brasil. Também foi feito um levantamento sobre o tema virologia e sua abordagem no ensino médio. Isso foi feito pela plataforma *Google Scholar* (<https://scholar.google.com.br/>), utilizando-se as seguintes palavras-chaves: “abordagens metodológicas”, “deficiente visual”;

“deficiente intelectual”, “educação inclusiva”; “microbiologia”; “material adaptado”; “material 3D”; “virologia”; “educação em saúde nas escolas”, “história da educação especial no Brasil”, “principais marcos da educação especial no Brasil”, “Ensino de biologia e a educação especial”, “virologia adaptada”, “currículo de biologia adaptado”, “estratégias de ensino para público da educação especial”, “vírus em 3D”, “como ensinar biologia adaptada”.

Os dados estatísticos quanto ao número total de matrículas da educação especial nos sistemas de ensino no período de 2008 a 2019, tanto nas classes especializadas quanto nas classes comuns foram obtidos pelas pesquisas no censo escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) (<http://www.inep.gov.br/>).

### **3.3 Levantamento das dificuldades encontradas no ensino de virologia**

O questionário foi direcionado aos professores da rede pública, estadual e municipal, e aos professores da rede particular. O questionário contou com 12 perguntas, sendo 9 fechadas e 3 abertas (Apêndice A). As perguntas fechadas aceitaram a marcação de mais de uma resposta, por isso muitas vezes a soma total de respostas dadas foi superior a 18 (número total de participantes). As perguntas abertas foram transcritas e os professores participantes não foram identificados.

As perguntas feitas tinham o objetivo de conhecer um pouco das principais dificuldades encontradas pelos professores de biologia em abordar o tema virologia, assim como sugerir modelos tridimensionais baseados em conteúdos mais complexos para servir de suporte para os alunos.

Os professores responderam, nas perguntas abertas, o porquê da escolha de determinado conteúdo e como faziam em sala de aula para tornar o aprendizado mais atrativo e simplificado para aqueles alunos com dificuldade.

Foram considerados conteúdos possíveis de serem construídos, pela tecnologia 3D, aqueles que remetem a parte estrutural e funcional, ou aqueles que se objetivem ensinar através da visualização, tato, observação e interação.

As perguntas do questionário abertas, que permitiam a transcrição das respostas de maneira livre, foram analisadas de maneira qualitativa.

O questionário foi realizado de forma on-line através de uma ferramenta do *Google* chamada *Google Forms*, foi enviada pelo aplicativo de celular chamado *whatsapp* para

diversos grupos de professores, foi solicitado aos professores que aceitaram participar da pesquisa repassar aos seus contatos e assim por diante. Mesmo o questionário tendo permanecido “aberto”, aceitando respostas por um longo período de tempo e tendo sido disponibilizado a um grande número de grupos e replicado para outros tantos professores, este contou com a participação de 18 professores, sendo estes tanto da rede particular de ensino como da rede pública de ensino do Estado do Rio de Janeiro.

### 3.4 Análise dos livros didáticos do novo ensino médio

Para o levantamento dos principais temas relacionados ao conteúdo de virologia abordados nos livros didáticos, foi feita uma análise de quatro coleções didáticas, da área de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, da Editora Moderna, aprovadas no PNLD 2021 (Figura 1), disponíveis no site <https://pnld.moderna.com.br/>:

- Moderna Plus Ciências da Natureza e suas Tecnologias, autores José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho, 1ª edição 2020 (CL1);
- Conexões Ciências da Natureza e Suas Tecnologias autores: Miguel Thompson e Eloci Peres Rios, 1ª edição 2020 (CL2);
- Ciências da Natureza Lopes & Rosso, dos autores: Sônia Lopes e Sergio Rosso, 1ª edição, 2020 (CL3);
- Diálogo Ciências da Natureza e suas Tecnologias, da autora: Kelly Cristina do Santos, 1ª edição, 2020 (CL4).

A escolha dos livros da editora Moderna se deu pela facilidade de encontrá-los disponíveis de forma gratuita no site da editora (<https://www.moderna.com.br/>).

O critério de busca foi o conteúdo de virologia, procurando encontrar em cada capítulo como o conteúdo está sendo abordado e quais aspectos do ensino de virologia estavam sendo priorizados para o ensino Médio.

Das quatro coleções analisadas, com um total de 22 livros, seis livros continham assuntos relacionados ao tema de Virologia, a saber: dois volumes da Coleção Moderna Plus; um volume na coleção Conexões Ciências da Natureza e suas Tecnologias; dois volumes na coleção Ciências da Natureza Lopes e Rosso; e um volume na coleção Diálogo Ciências da

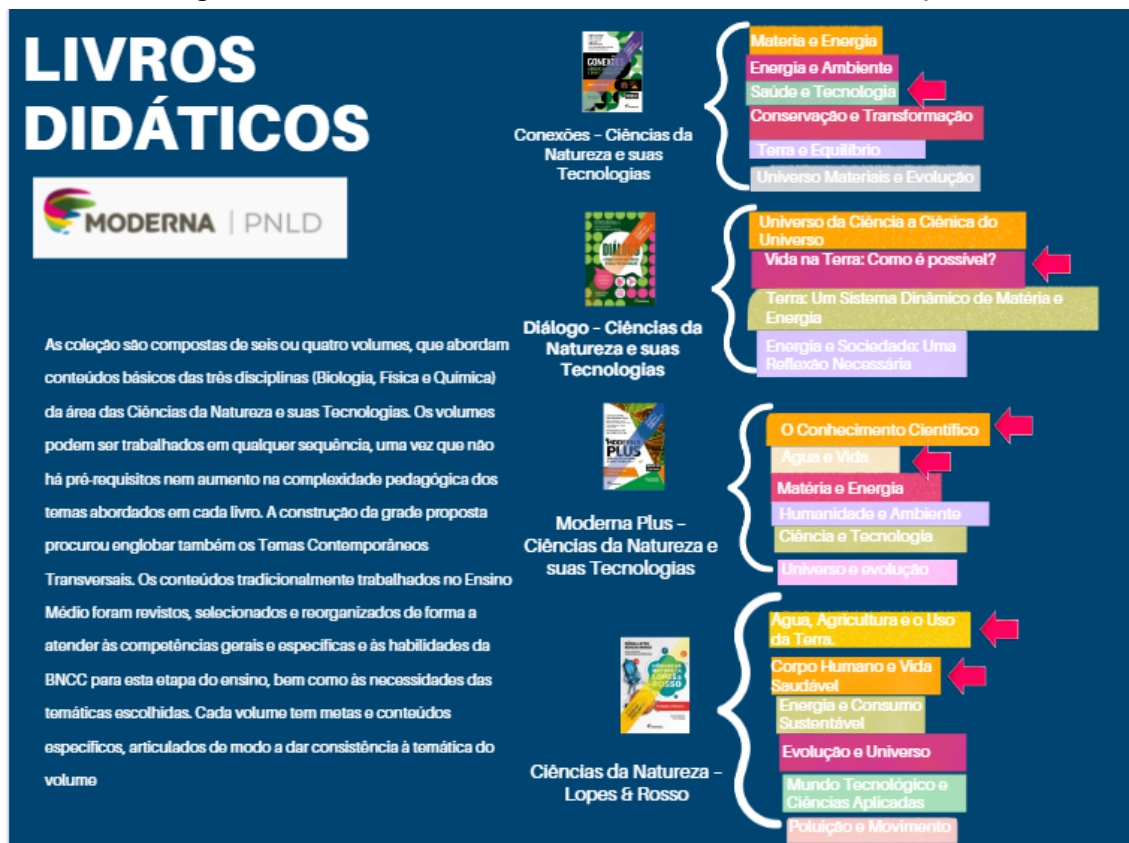
Natureza e suas Tecnologias. Para uma melhor visualização geral os volumes mencionados acima estão demarcados com uma seta vermelha ao lado do nome dos livros (Figura 2).

Figura 1 – Coleções didáticas analisadas



Fonte: a autora, 2022.

Figura 2 – Livros didáticos da editora Moderna e suas coleções



Fonte: A autora, 2022.

### 3.5 Sequência didática

A proposta da sequência didática pode contribuir para o desenvolvimento da competência específica 3 da BNCC de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pois possibilita aos estudantes relacionar o conteúdo aos problemas da realidade:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 553).

O estudo dos vírus permite transpor esse conhecimento para problemas atuais da sociedade, como as epidemias, um tema tão relevante atualmente.

Antoni Zabala, em seu livro *Práticas Educativas* de 1998, apresenta a importância do planejamento por parte do professor para que a aprendizagem possa ocorrer. É a partir do planejamento que o professor pode esmiuçar o conteúdo e verificar se todos os conhecimentos e informações sobre o assunto estarão disponíveis na aula. O professor é o grande condutor de um ensino direcionado e eficaz. Sem o planejamento nada funcionará como deveria.

As diferentes tipologias da aprendizagem, factual e conceitual (o que se deve aprender?), procedimental (o que se deve fazer?), e atitudinal (como se deve ser?) precisam estar presentes no planejamento do professor (ZABALA, 1998).

As etapas da sequência didática foram pensadas levando-se em consideração os pilares da educação da UNESCO (1999), pilares estes considerados essenciais para que jovens se desenvolvam cognitivamente e socialmente (aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver, aprender a ser).

Zabala esclarece que a ordenação articulada das atividades seria o elemento diferenciador das metodologias e que o primeiro aspecto característico de um método seria o tipo de ordem em que se propõem as atividades. Alguns critérios para análise das sequências reportam que os conteúdos de aprendizagem agem explicitando as intenções educativas, podendo abranger as dimensões: conceituais, procedimentais e atitudinais.

Para o presente trabalho nos propomos a direcionar nossa sequência didática para uma intenção conceitual e atitudinal. Conceitual na apresentação do problema com uma aula expositiva e atitudinal na elaboração das respostas, diálogo com o professor e na própria mudança de atitude que se espera ao final da sequência, visando formar cidadãos intervencionistas e críticos que sejam atentos às políticas públicas de promoção ao combate de doenças virais.

### **Público-alvo**

- Alunos do segundo ano do ensino médio, da Escola Estadual Antônio Prado Junior, localizada no bairro da Tijuca no Rio de Janeiro, com ou sem necessidades educativas especiais, e alunos com dificuldade de aprendizado.

### **Duração da sequência didática**

- Quatro tempos de aulas de 50 minutos cada, dois tempos de aula por semana, total de 3 horas e 20 minutos, aplicados em duas semanas consecutivas de aulas.

## **Materiais**

- Quadro branco;
- Cartolinas em branco;
- Canetas, lápis, borracha;
- Materiais: Recursos audiovisuais como computadores e celulares;

Modelos tridimensionais dos vírus, totalizando cinco modelos (um bacteriófago, dois modelos diferentes do SARS-CoV-2, um modelo do vírus do mosaico do tabaco e um de adenovírus), que permitem visualizar as estruturas externas virais como capsídeos, envelopes, proteínas de superfície e corpo.

### **3.6 Criação dos modelos 3D**

Os modelos 3D foram produzidos com o objetivo de criar uma aproximação entre o abstrato e o concreto no ensino do conteúdo de virologia para alunos com dificuldade de aprendizagem ou deficiência intelectual.

Os modelos foram desenvolvidos com o auxílio dos programas de modelagem 3D *Tinkercad* ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) e *Autodesk Meshmixer* ([www.meshmixer.com/](http://www.meshmixer.com/)). A plataforma do programa *Tinkercad* é totalmente *on-line* e gratuita, sendo que para isso basta criar um login e uma senha. O programa é de fácil utilização e manuseio por apresentar inúmeras formas geométricas que podem ser usadas como base na construção dos projetos, sendo bastante acessível. Já o programa *Autodesk Meshmixer*, também gratuito, foi utilizado para criar algumas texturas e suportes.

A figura 3 mostra a interface do programa *Tinkercad*, com sua área de trabalho ao centro, e as diversas formas geométricas que podem ser incluídas, ao lado direito da imagem. Embora sejam geralmente formas simples, a adição e subtração destas diversas formas permite criar modelos complexos. Ferramentas como copiar, colar, duplicar e repetir, mostrar tudo, agrupar, desagrupar, alinhar e espelhar também estão disponíveis logo na barra superior da área de trabalho.



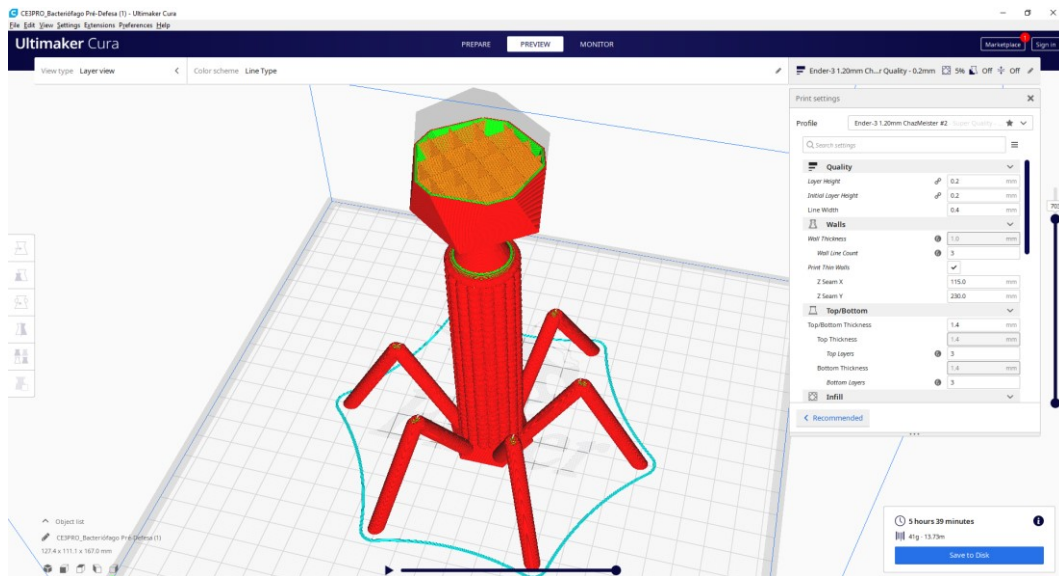
Figura 3 – Área de trabalho do *Tinkercad*

Fonte: a autora, 2022.

### 3.7 Impressão 3D dos modelos

O material utilizado para as impressões foi o filamento de ácido polilático (PLA, do inglês *Polylactic Acid*). A escolha por esse material se deu principalmente pela facilidade de impressão e por se tratar de um material compostável, logo menos agressivo ao meio ambiente. Por outro lado, o custo desse material é um pouco elevado (cerca de R\$ 100,00 por kg), quando comparado com o outro material amplamente utilizado, o filamento ABS (cerca de R\$ 60,00 por kg). Para imprimir um modelo 3D é necessário que o arquivo gerado (STL) seja convertido em outro com as instruções para que a impressora gere um objeto. Essa preparação dos arquivos para impressão, também chamada “fatiamento”, foi feita com o programa gratuito *Ultimaker Cura* (Utrecht, Holanda) (Figura 4).

Figura 4 – Tela de trabalho do programa *Ultimaker Cura* usado para fatiamento

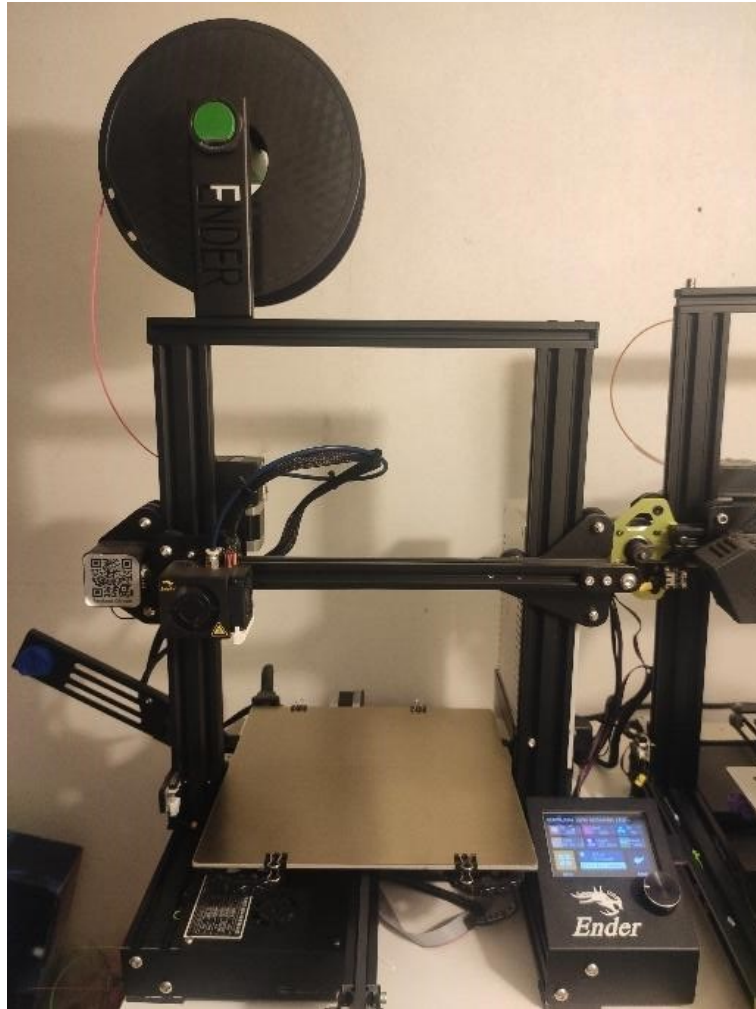


Fonte: A autora, 2022.

Os parâmetros de impressão utilizados foram, em linhas gerais, os fornecidos pelo padrão do software *Ultimaker Cura* para a impressora Ender 3, destacando as seguintes opções: altura de camada de 0,2mm (para algumas peças foi utilizada uma altura de camada variável, entre 0,12 e 0,2mm), espessura de parede de 1,2mm, preenchimento de 10%, temperatura do bico de 200° C, temperatura da mesa de 60° C, velocidade de impressão de 50 a 60 mm/seg. Em alguns modelos foram usados suportes e em outros não.

Para a impressão 3D dos modelos foram utilizadas a impressora Creality Ender 3 (Figura 5). Esse tipo de impressora utiliza o método de Fabricação com Filamento Fundido (FFF), no qual um filamento, geralmente plástico, é derretido e depositado em camadas até formar a estrutura tridimensional desejada.

Figura 5 – Impressora utilizada na impressão



Fonte: A autora, 2022.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise dos questionários

O questionário direcionado aos professores levantou algumas questões sobre a dificuldade dos professores de ensinar virologia, como por exemplo, o tamanho microscópico do conteúdo a ser ensinado.

Segundo Batista e Cunha (2010) os conceitos acerca da Virologia, devem ser bastante explorados pelos professores para formar agentes transformadores de uma realidade, pois atos simples como higienização das mãos e não cuspir no chão poderia trazer uma melhoria na saúde da população. O estudo dos vírus proporciona a aquisição de conhecimentos básicos que as pessoas devem utilizar no dia a dia para aumentar a qualidade de vida nas cidades.

O questionário contou com 12 questões (Apêndice A) e foi respondido por 18 professores, sendo 83,3% (15) do sexo feminino e 16,7% (3) do sexo masculino. Cerca de 40% dos participantes já atuam no magistério há mais de 20 anos e apenas um participante atua a menos de cinco anos (Figura 6). A maior parte deles atuantes na rede Estadual de Ensino (88,9%) (Figura 7) e lecionando no Ensino Médio (94,4%) (Figura 8).

Figura 6 – Distribuição dos professores participantes por tempo de magistério

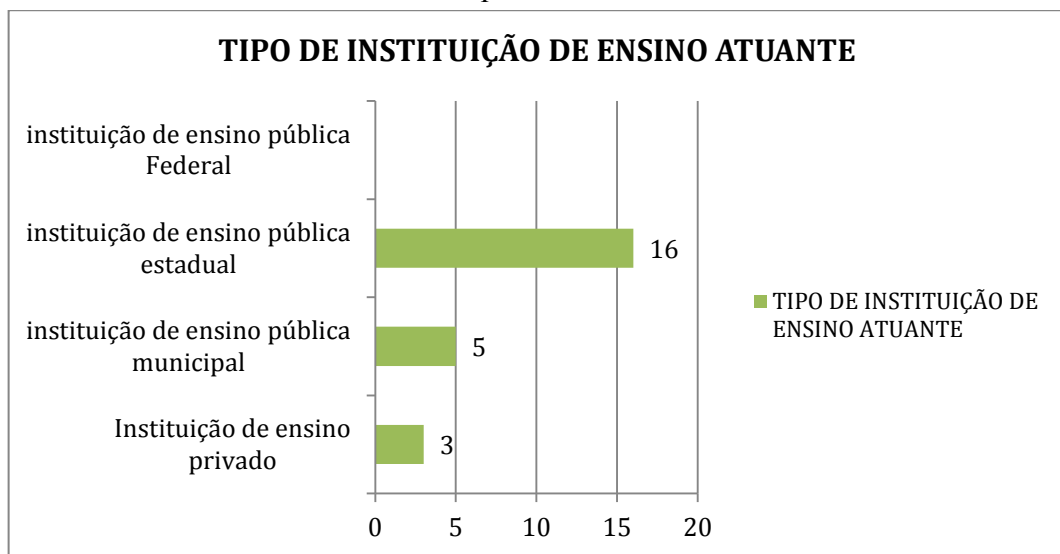


Fonte: A autora, 2022.

O fato de termos em nossa pesquisa mais de 40% dos professores participantes atuantes no magistério há mais de vinte anos (Figura 6) contribui para um levantamento de

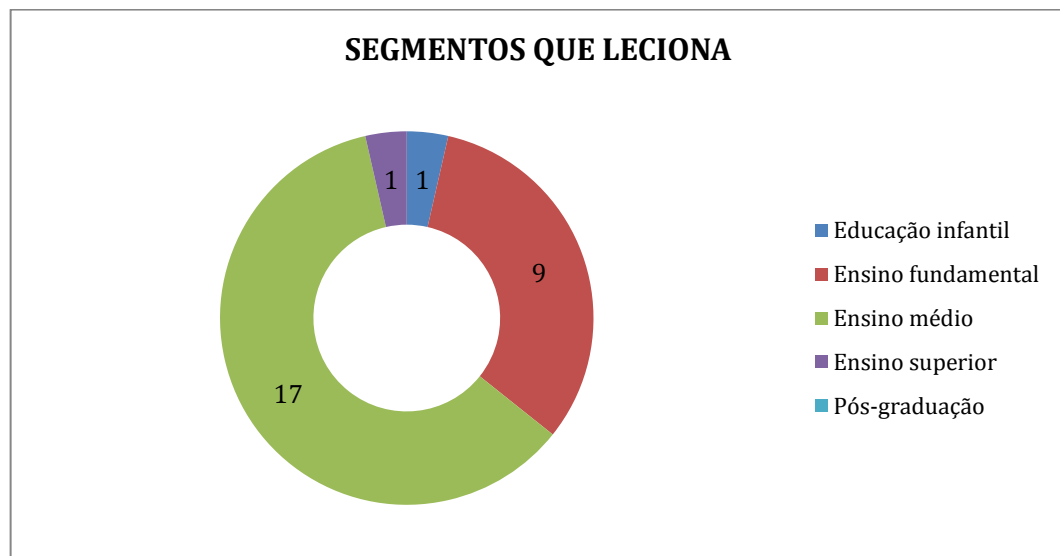
dados mais robusto, pois, segundo autores como Tardif e Raymond (2000), em toda a ocupação, o tempo surge como um importante fator para se compreender os saberes dos trabalhadores. Trabalhando aprendemos a trabalhar e a dominar progressivamente os saberes necessários à realização do trabalho e, desta maneira, professores com um longo tempo de magistério contribuem com uma maior experiência, podendo levantar aspectos em relação à aprendizagem de alunos com dificuldades ainda não relatados por aqueles com pouco tempo no magistério.

Figura 7 – Distribuição dos professores participantes por tipo de instituição em que atuam



Fonte: A autora, 2022.

Figura 8 – Distribuição dos professores segundo o segmento de atuação nas escolas

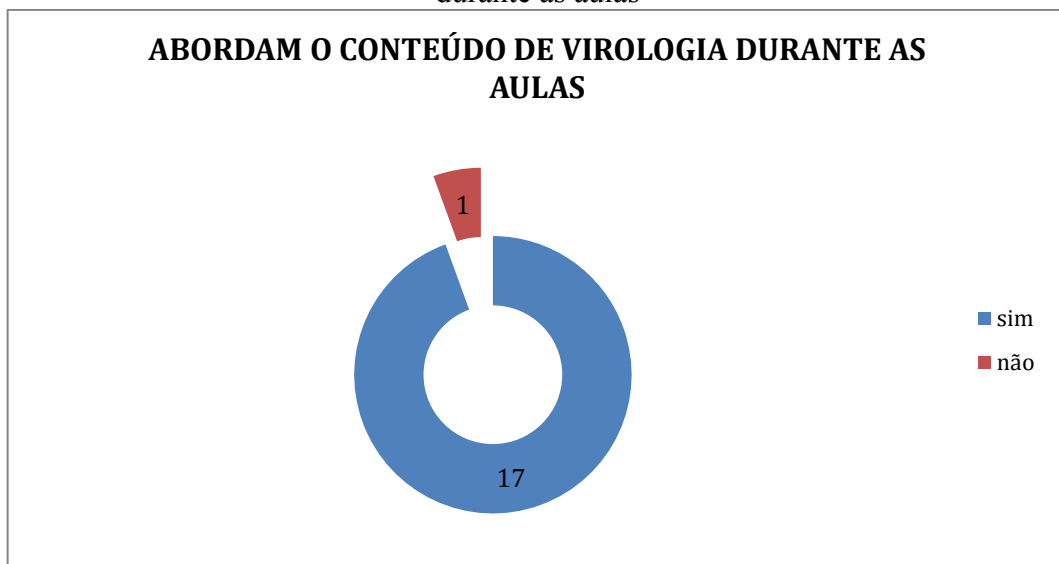


Fonte: A autora, 2022.

Nas figuras 7 e 8 temos, respectivamente, a distribuição dos professores participantes por tipo de instituição que atuam (privada, pública municipal, pública estadual ou pública federal) e a distribuição dos professores segundo o segmento que atuam (educação infantil, fundamental, médio ou superior). Observamos que um professor também atua na educação infantil, pois alguns professores da rede municipal cumprem dupla jornada de trabalho trabalhando como professor docente I (ensino fundamental II) e professor docente II (educação infantil e fundamental I).

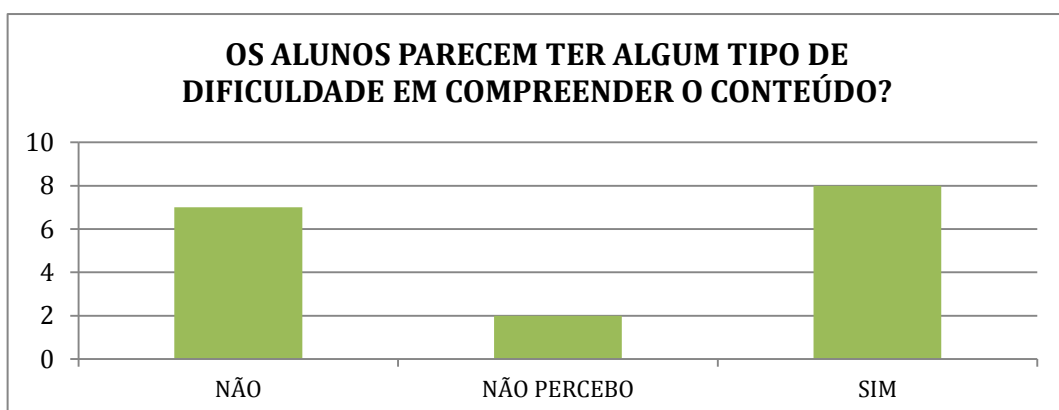
Quanto à abordagem durante as aulas sobre virologia, 94,4% do total de professores diz contemplar o tema durante as suas aulas (Figura 9) e 50% dos professores relataram que os alunos apresentam dificuldades em compreender o conteúdo de virologia (Figura 10).

Figura 9 – Porcentagem de professores que abordam o conteúdo de virologia durante as aulas



Fonte: A autora, 2022.

Figura 10 – Distribuição das respostas dos professores quando questionados se os alunos apresentam algum tipo de dificuldade para compreenderem o tema virologia

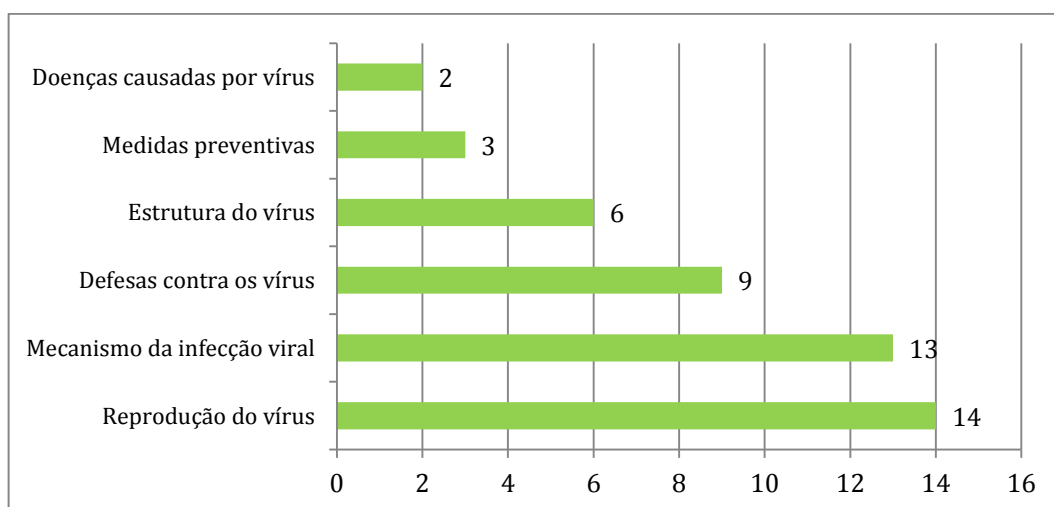


Fonte: A autora, 2021.

As principais dificuldades listadas foram: entender o papel do vírus na árvore da vida; compreender o ciclo de vida dos vírus e suas interações com os hospedeiros; diferenciar estruturas e características virais de uma célula; a compreensão microscópica do assunto; a falta de compreensão do que não se vê; o modo de infecção e o fato de não apresentarem células; dificuldade em compreender as patologias; compreender que algo considerado não vivo pode causar doenças e o fato de ser muito abstrato.

Dentre os seis temas listados na pergunta número 10 como possíveis alvos a serem criados como materiais didáticos em 3D, conteúdos relacionados aos vírus que fazem parte do currículo mínimo para o ensino médio, os três que mais chamaram a atenção dos professores como candidatos a serem ensinados foram: reprodução dos vírus, com 83,3% (15 professores); o mecanismo de infecção viral, com 72,2% (13 professores) e a estrutura viral com 66,7% (12 professores) (Figura 11). Os professores podiam escolher mais de um tema.

Figura 11 – Conteúdos listados, segundo os professores de biologia participantes da pesquisa, como prováveis de serem produzidos em material didático 3D



Fonte: A autora, 2021.

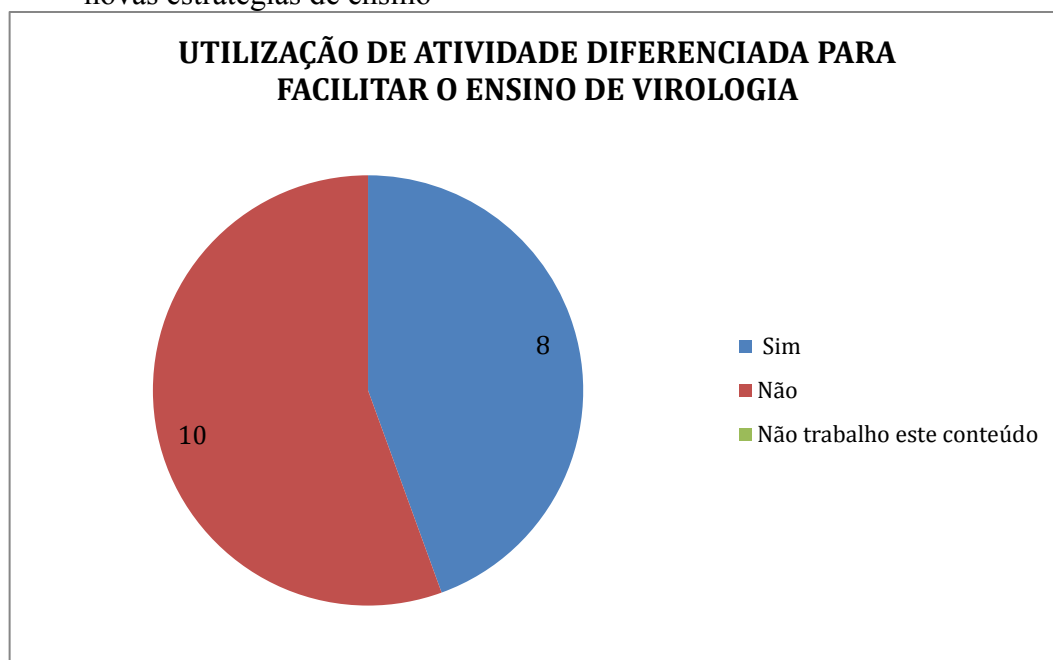
As justificativas para essas escolhas são, entre outras: “além de serem assuntos fáceis de serem elaborados em 3D, precisam ser mais bem entendidos pela população”; “Modelos em 3D facilitam a visualização e o aprendizado sobre os processos”; “facilidade para visualizar as estruturas virais”; “o aluno teria uma melhor visualização do que é abordado”; “mais fácil de ver”; “os modelos 3D tornam o conteúdo mais palpável por permitir que o aluno visualize de uma maneira mais próxima da realidade aquilo que vem sendo falado”; “falar de estruturas virais torna o assunto mais palpável para o aluno, as doenças e medidas

preventivas ainda são muito abstratas”; “os modelos 3D são bastante úteis para esclarecer a estrutura da célula, assim como vírus, uma vez que, a maior dificuldade está no fato de não poderem visualizar a estrutura real”; “Destá maneira também podemos mostrar a ligação dos anticorpos aos vírus e em modelos 3D computacionais também demonstrar os processos de replicação e outros processos do sistema de defesa”.

Muitos modelos concretos têm sido feitos para ajudar a formação conceitual de alunos, como representações de moléculas químicas com bolas de isopor e palitos de madeira (BARBOSA, 2015); biscoit (MATOS et al., 2009), gesso (FREITAS et al., 2008), resinas (BRENDLER et al., 2014) e plásticos (SCHELBEL, 2015). Aguiar (2016) utilizou a tecnologia de impressão 3D no ensino de ciências, resultando em diversos objetos didáticos aplicados nas áreas de Química, Física e Biologia.

Por fim, a última pergunta questionava sobre a utilização de atividades diferenciadas para facilitar o ensino deste conteúdo. Dez professores responderam que não utilizam e oito responderam que sim, ou seja, a maior parte diz não adaptar o conteúdo a fim de torná-lo mais simples de ser compreendido (Figura 12).

Figura 12 – Porcentagem dos professores que adaptam o conteúdo de virologia com novas estratégias de ensino



Fonte: A autora, 2021.

Apesar de na Figura 9 (porcentagem de professores que abordam o conteúdo de virologia durante as aulas) aparecer um professor que diz não abordar o conteúdo de virologia durante as suas aulas, a porcentagem das respostas entre as opções “sim e não” da pergunta



número 12 (Porcentagem dos professores que adaptam o conteúdo de virologia com novas estratégias de ensino) deram 100 % porque este mesmo professor cometeu um erro material ao marcar esta pergunta a resposta “não” ao invés de marcar a resposta “não abordo este conteúdo”, por isso a divergência de informações.

Dentre as ações citadas para adaptar o conteúdo e torná-lo mais compreensível, temos: o uso de jogos, de modelos em massinha de modelar, a utilização de purpurina para exemplificar como os vírus se espalham rapidamente e ainda a utilização de vídeos mostrando processos de invasão de células e replicação viral no hospedeiro.

O professor possui o desafio e a necessidade de desenvolver práticas educativas diferenciadas, bem como, de repensar suas práticas, pois, os recursos didáticos e estratégias de ensino, incorporados a outros fatores podem possibilitar o desenvolvimento da aprendizagem.

Neste sentido, Vasconcellos (2005) aponta que, em sala de aula, o diálogo, a problematização, a experimentação, a pesquisa, debates, dramatização, jogos, produção coletiva, filmes, dentre outros, são metodologias que podem auxiliar significativamente o processo de construção do conhecimento pelos estudantes. Ao encontro deste pensamento, Pozo (2002) destaca a importância da diversificação das tarefas para uma aprendizagem contínua.

Pozo (2002) coloca também que ao variarmos a forma de ensinar, proporcionamos a ativação de processos auxiliares que tornam o conteúdo menos complicado.

Vasconcellos (2005) discute ainda que estratégias de ensino diversificadas resultam em aulas mais dinâmicas e estimulantes e, aliadas a situações contextos, promovem a construção do conhecimento.

#### **4.2 Conteúdos de virologia nos livros didáticos do Novo Ensino Médio**

Os atuais livros do Novo Ensino Médio (NEM) possuem coleções divididas em volumes temáticos independentes e não sequenciais. Cada volume é dividido em unidades e essas em temas, mobilizando conhecimentos de Biologia, Química e Física, reconhecendo suas inter-relações e ligações com o cotidiano, a fim de desenvolver habilidades e competências gerais e específicas propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

Foram analisadas quatro coleções e cada uma delas continha quatro ou seis livros didáticos. Nem todos os livros possuíam conteúdo de virologia e estes foram marcados no quadro a seguir com o número do capítulo e o assunto envolvendo a virologia (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo das coleções contendo o assunto virologia

Sigla	Coleção	Quantitativo de Livros	Volume	Local	Assunto
CL1	Moderna Plus Ciências da Natureza e suas Tecnologias	6	Conhecimento Científico (Vol. 1)	Capítulo 5	Níveis de organização da vida e classificação biológica / Vírus, seres vivos ou não?
			Água e Vida (Vol. 2)	Capítulo 1	Os seres mais simples: vírus, bactérias, arqueas, protoctistas e fungos
CL2	Conexões - Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	6	Saúde e Tecnologia (Vol. 3)	Capítulo 4	Saúde: Bem-estar físico, mental e social; principais tipos de doenças
CL3	Ciências da Natureza Lopes & Rosso	6	Água, Agricultura e o Uso da Terra (Vol. 1)	Unidade 1, Tema 4	Relações entre saúde humana e tratamento de água / Doenças Virais.
			Corpo Humano e Vida Saudável (Vol. 2)	Unidade 2, Tema 5	Mecanismos de defesa do corpo, vacinas e soros / Mecanismos de defesa
CL4	Diálogo Ciências da Natureza e suas Tecnologias	4	Vida na Terra: Como é possível? (Vol. 2)	Unidade 1, Capítulo 4	Diversidade de seres vivos I/ Vírus.

Fonte: a autora, 2022.

Na coleção Moderna Plus (CL1), o conteúdo está dentro do volume chamado “Conhecimento Científico”, no capítulo 5 “Níveis de Organização da vida e classificação biológica”, em um pequeno texto de meia página contendo a discussão sobre “vírus: seres vivos ou não vivos?” (Figura 13).

Na mesma coleção, embora também de maneira sucinta (meia página) o volume intitulado “Água e Vida”, no capítulo 1, trata dos seres mais simples como vírus, bactérias, arqueas, protistas e fungos. O autor coloca uma melhor definição sobre os vírus, suas características, além da exemplificação de um bacteriófago se replicando através de um ciclo lítico dentro de uma bactéria (Figura 14).

Na coleção “Conexões - Ciência da Natureza e suas tecnologias” (CL2), no volume “Saúde e Tecnologia”, o conteúdo é abordado dentro do capítulo 4: “Saúde, bem estar físico

mental e social”, também com um pequeno texto e um quadro resumo onde são colocados alguns exemplos de doenças infecciosas causadas pelos vírus (e outros microorganismos) (Figura 15), sem qualquer menção, nos demais volumes, de assuntos normalmente abordados no ensino médio como: caracterização estrutural dos vírus, mecanismos de infecção, ciclo reprodutivo, profilaxia etc.

### Figura 13 – Ilustração da CL1 (Vol. 1) com conteúdo de virologia

Estudos detalhados da genética e do metabolismo de bactérias e de arqueas mostraram que, apesar de as duas serem unicelulares e procarióticas, elas são organismos muito diferentes entre si, o que levou à sua colocação em domínios distintos, Bacteria e Archaea. O domínio Eukarya compreenderia todos os seres eucarióticos, cujas células apresentam núcleo envolvido pela carioteca. Pertencem a esse domínio: protozoários, algas, fungos, plantas e animais.

Nesta obra adotamos a divisão dos seres vivos em seis grandes grupos: Bacteria, Archaea, Protocista, Fungi, Plantae e Animalia (Fig. 17). É importante lembrar que ainda há muitas mudanças ocorrendo na área da taxonomia. Para o estudante deste livro, o mais importante é conhecer as principais categorias de seres vivos e as características que levam a incluí-los em um ou em outro reino.



**Figura 17** (A) Fotomicrografia de *Pyrococcus furiosus*, do grupo das arqueas (Archaea). (Microscópio eletrônico; aumento de  $\approx 10000\times$ ; cores artificiais.) (B) Alga macroscópica do gênero *Codium*; algumas espécies desse gênero podem ultrapassar 30 cm de altura. (C) Cogumelo da espécie *Amanita muscaria*, que pode medir mais de 10 cm de altura. (D) Mata de pinheiros-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), que pode ultrapassar 35 m de altura. (E) Inseto escaravelho (*Prosopocoilus astacoides*), que pode atingir 7 cm de comprimento.

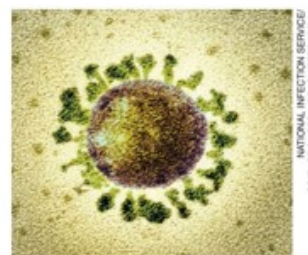
#### Os vírus: vivos ou não vivos?

Os vírus são seres visíveis apenas em microscópios eletrônicos. Seu tamanho varia entre 20 e 300 nm, sendo os menores seres biológicos conhecidos. Há diversos tipos de vírus causadores de doenças humanas, como o sarampo, a raiva, a gripe e os diversos tipos de síndromes respiratórias (Fig. 18).

Os vírus não são constituídos por células, sendo, nesse quesito, uma exceção entre todos os seres vivos. Vírus são constituídos por uma ou poucas moléculas de ácido nucleico, que pode ser o DNA ou o RNA, envoltas por um revestimento de moléculas de proteínas e, em alguns vírus, de lipídios.

Embora não sejam células, todos os vírus são parasitas intracelulares, isto é, dependem de células para se reproduzir. Quando um vírus injeta seu material genético na célula hospedeira, as instruções genéticas virais são utilizadas para “tomar o poder” da célula, que muitas vezes passa a funcionar exclusivamente para produzir novos vírus. Quando estão fora de uma célula hospedeira, os vírus são completamente inertes e não se reproduzem.

Alguns estudiosos não consideram os vírus seres vivos porque eles são acelulares, ou seja, não são constituídos por células. Por outro lado, os vírus apresentam proteínas e material genético semelhantes aos de outros seres vivos, que sofrem mutações, se adaptam e evoluem, além de dependerem de células vivas para se reproduzir. Por esses motivos os vírus não são classificados em nenhum dos seis grandes grupos apresentados anteriormente.

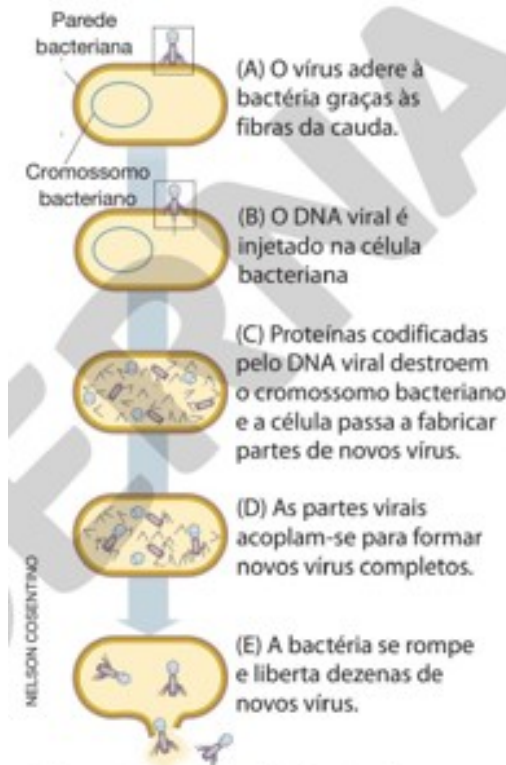


**Figura 18** O novo coronavírus (SARS-CoV-2) foi responsável por uma pandemia em 2020. O vírus pode medir até 200 nm. (Microscópio eletrônico; aumento de  $72.000\times$ ; cores meramente ilustrativas.)

Figura 14 – Esquema de replicação viral da CL1 (Vol. 2)



**Figura 1** Fotomicrografia eletrônica de um vírus bacteriófago, que ataca bactérias (microscópio eletrônico; aumento = 100.000×; cores meramente ilustrativas). Sua forma lembra um módulo espacial, com a cabeça, a cauda e as fibras da cauda constituídas por proteínas. No interior da cabeça encontra-se o DNA do vírus.



**Figura 2** Sequência da infecção de uma bactéria pelo vírus bacteriófago T4. Esse vírus tem sido muito estudado e seu ciclo reprodutivo é bastante didático e fácil de compreender. O processo completo de reprodução dura cerca de 30 minutos. (Representação fora de proporção; cores meramente ilustrativas.)

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

Fonte: AMABIS et al., 2020.

Figura 15 – Quadro resumo da CL2 abordando as principais doenças infecciosas

Doenças infecciosas	
Tipo de agente causador	Exemplos
Vírus	Gripe, hepatite, aids, rubéola, varíola, sarampo.
Bactérias	Cólera, peste bubônica, tuberculose, hanseníase, sífilis, gonorreia.
Fungos	Micoses, candidíase, sapinho.
Protozoários	Giardíase, leishmaniose, malária, toxoplasmose.
Animais invertebrados	Ascariíase, teníase, pediculose.

### Doenças infecciosas ou transmissíveis

São aquelas causadas por agentes biológicos que infectam um hospedeiro. Esses agentes podem ser vírus, bactérias, fungos, protozoários e animais invertebrados (helmintos e artrópodes).

Infecções que causam doenças e podem ser transmitidas durante o ato sexual com uma pessoa contaminada são chamadas **infecções sexualmente transmissíveis (IST)**.

Conhecer essas doenças, seus agentes causadores, sintomas e tratamentos é importante para cuidar de sua saúde e de sua vida sexual e afetiva, mas apenas um médico pode realizar o diagnóstico e determinar um tratamento adequado. Havendo qualquer suspeita, procure sempre um profissional da saúde. A prevenção da maioria das IST é feita com o uso de camisinha nas relações sexuais.

Fonte: THOMPSON et al., 2020.

Já na coleção “Ciências da Natureza” (CL3) de Lopes e Rosso, o conteúdo é abordado em dois volumes da obra. No primeiro volume, denominado “Agricultura, Uso da Terra”, os autores escolhem duas doenças virais, a Poliomielite e a Hepatite A, e as abordam dentro do tema 4, “Relações entre saúde humana e tratamento de água”, apontando as principais características dessas doenças, formas de contágio, sintomas e profilaxias.

No outro volume da mesma obra, chamado “Corpo Humano e Vida Saudável”, o conteúdo é abordado em duas unidades. Na primeira unidade do livro desta coleção ele aparece dentro do conteúdo sobre adolescência, puberdade e saúde reprodutiva, em um quadro resumo contendo as principais infecções sexualmente transmissíveis, trazendo como exemplo o vírus da AIDS e suas formas de contágio (Figura 16). O conteúdo de virologia também aparece na unidade 2 do mesmo livro, dentro do tema 6 “Mecanismos de defesa do corpo, vacinas e soros”, sendo tratado através da representação esquemática das respostas inflamatória humoral e celular durante a infecção pelo vírus SARS-CoV-2 (Figura 17).

Figura 16 – Tabela sobre ISTs apresentada na CL3

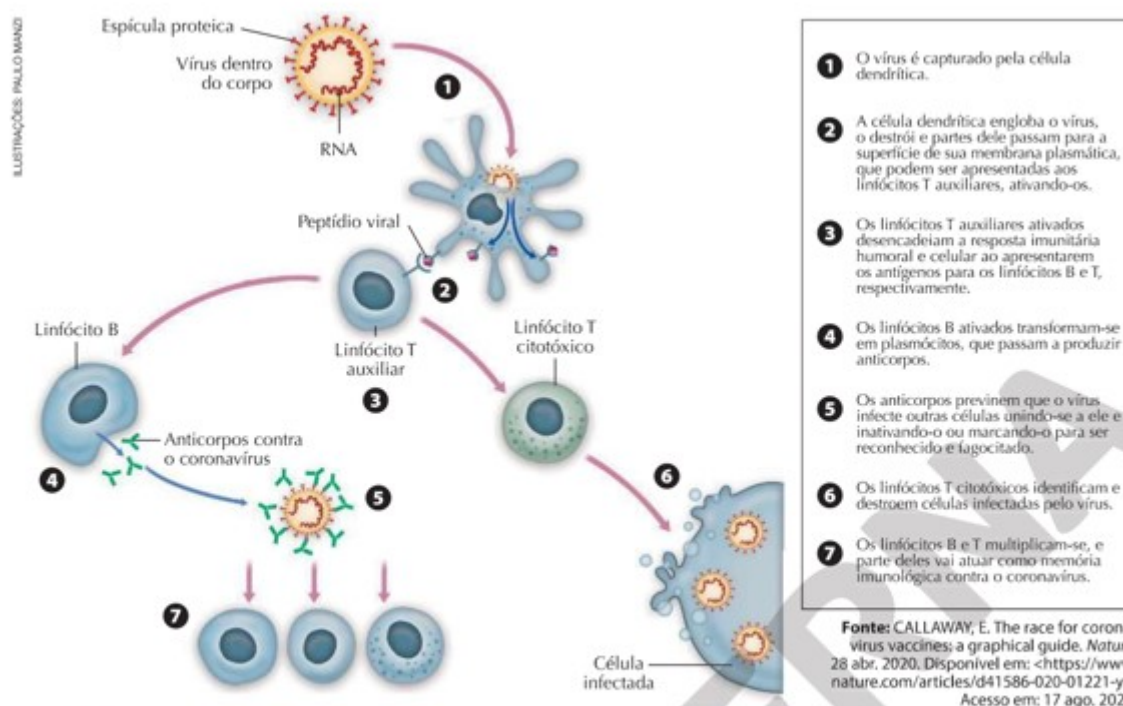
Tabela 6.1 Algumas infecções sexualmente transmissíveis				
	Doenças			
	Aids	Condiloma acuminado	Sífilis	Gonorreia
Agente causador	Vírus HIV.	Papiloma vírus humano (HPV).	Bactéria <i>Treponema pallidum</i> .	Bactéria <i>Neisseria gonorrhoeae</i> .
Outras formas de contágio, além da relação sexual sem uso de camisinha	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transfusão de sangue ou transplante de órgãos contaminados pelo HIV.</li> <li>Uso de seringa ou material cortante contaminados pelo HIV.</li> <li>Da mãe contaminada para o bebê, através da placenta, no momento do parto ou na amamentação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante o parto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De mãe contaminada para filho por meio da placenta ou no parto.</li> <li>Transfusão de sangue contaminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Da mãe para o bebê durante o parto vaginal.</li> </ul>

Continua

Fonte: LOPES e ROSSO, 2020.



Figura 17 – Representação esquemática da resposta imune apresentada na CL3



**Figura 6.4** Representação esquemática das respostas imunitárias humoral e celular durante a infecção pelo vírus SARS-CoV-2. Esse vírus pertence ao grupo dos coronavírus, que recebe esse nome em razão da presença de moléculas proteicas chamadas espículas (*spike protein*, em inglês) que se projetam para fora do envoltório, lembrando uma coroa. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: LOPES e ROSSO, 2020.

Na coleção “Diálogo - Ciências da Natureza e Suas Tecnologias” (CL4), dentro do volume “Vida na Terra: Como é Possível?”, o conteúdo de virologia é mostrado no capítulo 4, “Diversidade dos Seres Vivos I”, onde o assunto é explorado com o auxílio de ilustrações e esquemas, contemplando assuntos como COVID-19, aceitação ou não dos vírus como seres vivos, replicação viral, ciclo lítico e lisogênico, caracterização estrutural dos vírus, sua anatomia e a utilização dos vírus pelos seres humanos como na fabricação de inseticidas, remédios etc.

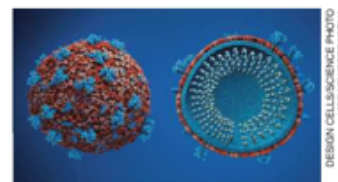
Foi observado, contudo, de maneira geral, levando-se em consideração as quatro coleções analisadas, que a abordagem sobre os vírus se encontra espalhada em diversos conteúdos, estando normalmente relacionada à: classificação dos seres vivos, doenças, sistema reprodutor humano e as infecções sexualmente transmissíveis, sistema imunológico e a imunidade adquirida. Em uma das obras, Moderna Plus – Água e Vida, o tema foi apresentado em formato de texto-reportagem, dentro de uma sessão chamada “Dialogando com o texto”. Segundo o autor da obra, traz atividades ou informações diretamente relacionadas ao conteúdo que visam acentuar a interatividade entre o estudante e o capítulo.

Nela encontramos um texto sobre a pandemia do coronavírus, descrevendo seu mecanismo de infecção, consequências da pandemia e atitudes de profilaxia (Figura 18).

Figura 18 – Seção “Dialogando com o texto” apresentada na CL4CL1

As pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2 podem apresentar os seguintes sintomas: tosse seca, febre, perda do olfato e paladar, dores no corpo e diarreia. Casos mais graves evoluem para afecções pulmonares e falta de ar. Entretanto, sabe-se que há pessoas infectadas que têm sintomas atenuados, ou que até mesmo são assintomáticas.

O SARS-CoV-2 é um vírus envelopado por uma membrana lipoproteica, proveniente da célula em que ele se originou. No envelope viral há diversas substâncias que formam projeções (espículas), responsáveis pela adesão e penetração dos vírus nas células hospedeiras. O envelope envolve o material genético viral, constituído por uma molécula de RNA de cadeia simples; esse RNA é capaz de se multiplicar na célula hospedeira e gerar novas cópias de si. Os RNAs virais utilizam a maquinaria celular para a síntese das proteínas virais, que vão constituir o envoltório dos novos vírus. (Fig. 13).



**Figura 13** Modelo da estrutura do coronavírus causador da COVID-19, em visão tridimensional (à esquerda) e em corte (à direita). A molécula de RNA é mostrada com sua estrutura helicoidal, as espículas são mostradas em azul e o envelope lipoproteico, em vermelho. (Representação fora de proporção; cores meramente ilustrativas)

#### Dialogando com o texto

Veja respostas e comentários no Suplemento do Professor.

Enquanto esta obra era produzida, o mundo atravessava a pandemia da COVID-19. Esperamos que quando estiver utilizando este livro, o pior já tenha passado e a vida tenha voltado ao normal. Esta atividade sugere uma pesquisa epidemiológica sobre a COVID-19. Em primeiro lugar, pesquise na internet sobre gráficos do mundo e do Brasil que mostrem a evolução do número de pessoas infectadas e do número de óbitos desde a origem da pandemia. Procure saber também quais foram as principais medidas sugeridas pela OMS, ado-

tadas pela maioria dos países, para diminuir a propagação da pandemia da COVID-19. Entre os muitos aspectos tratados na internet, escolha um que lhe desperte maior interesse, por exemplo, quais são os principais grupos de risco da COVID-19, ou a procura por drogas terapêuticas capazes de combater a virose. Compartilhe os resultados de sua pesquisa com os colegas por meios digitais, como aplicativos de mensagens e outros. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Fonte: AMABIS et al, 2020.

O tema virologia, como visto nas obras analisadas, é abordado nos capítulos sobre caracterização dos seres vivos, ciclo reprodutivo, doenças causadas por vírus, classificação estrutural e mecanismos de defesa (imunidade adquirida).

A virologia é uma área muito importante da Biologia, a qual é responsável pelo estudo dos vírus e de suas propriedades (FLINT et al., 2020). Uma formação robusta pode orientar melhor os estudantes, que com informações corretas poderão atuar em seu meio social, aderindo a ações que possam diminuir as taxas de transmissão de infecções virais ou até mesmo preveni-las.

Segundo GARCÍA e colaboradores (2002), os livros didáticos representam um importante material de apoio e são muito valorizados na educação. No ensino de Ciências da Natureza esta importância é ainda maior, uma vez que representa, em muitos casos, o único material de apoio disponível para professores e alunos. Os livros didáticos de Ciências devem ser capazes de promover a reflexão sobre vários aspectos da realidade e ainda estimular o sentimento de investigação do aluno (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Para isso, os professores têm papel bastante relevante, devendo ser capazes de usar esse recurso para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e

alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo (BATISTA, 2010).

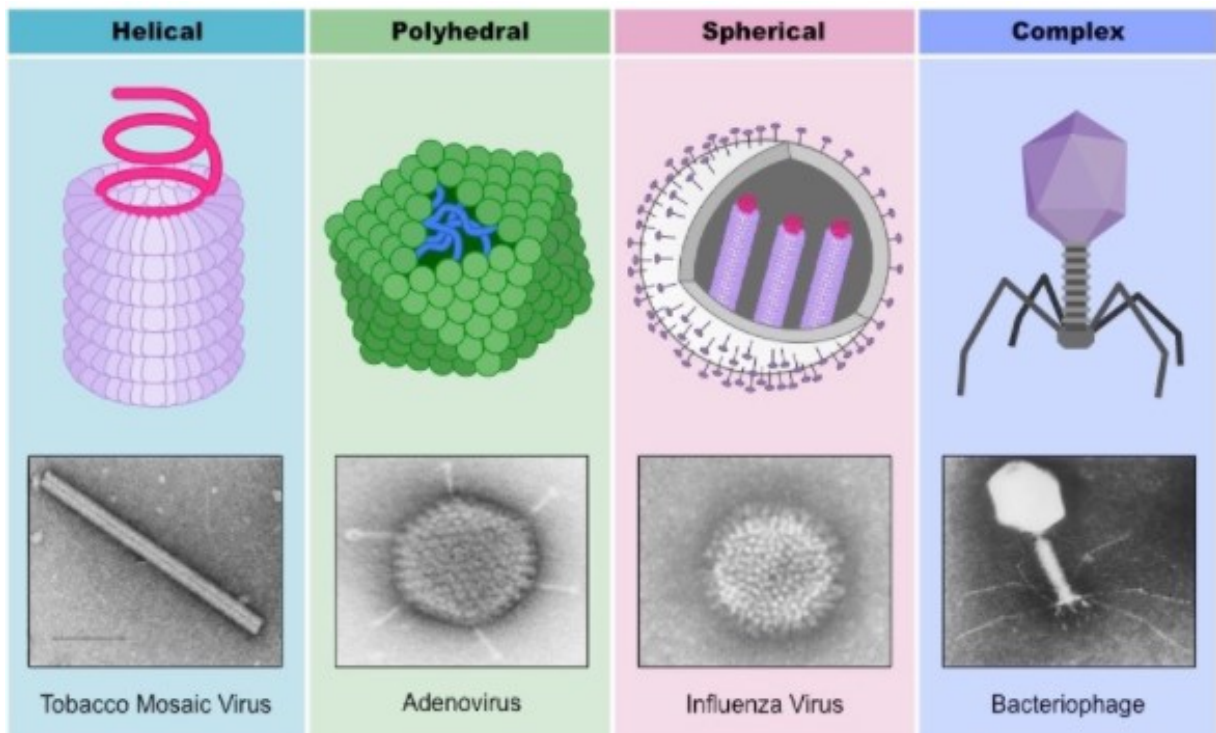
Diante de uma pandemia global, como a iniciada em 2020 com medidas restritivas de isolamento social, torna-se imprescindível o conhecimento sobre o tema virologia, que não deve ser tratado de maneira superficial e sem significado.

Os prejuízos causados pela pandemia mostram o quão necessário são os conhecimentos acerca dos vírus, informações sobre disseminação e medidas preventivas precisam estar mais claras e acessíveis para todos os alunos da educação básica de ensino.

### 4.3 Modelos tridimensionais dos vírus

Para exemplificar as diferentes morfologias virais, optou-se nesta dissertação por construir na sequência didática quatro modelos diferentes de vírus, representando quatro tipos morfológicos distintos: helicoidal, icosaédrico, esférico e complexo (Figura 19).

Figura 19 – Exemplificação dos formatos de vírus selecionados para a criação de modelos



Fonte: <https://epufabc.proec.ufabc.edu.br/o-que-e-um-virus/>



Além do intuito de chamar a atenção para as diferentes morfologias que os vírus podem assumir, optamos também por produzir duas variações do modelo que representa a forma esférica, nesse caso um modelo do SARS-CoV-2, para uma melhor contextualização das mutações que os vírus podem sofrer. A opção das mutações somente no modelo causador da COVID-19 se deu pelo fato deste vírus estar vastamente presente nas mídias e ser um vírus de fácil reconhecimento pelos alunos.

O primeiro modelo 3D escolhido para ser criado e impresso foi de um bacteriófago. Os bacteriófagos, ou fagos, são vírus que infectam bactérias. Seu capsídeo é formado por uma cabeça icosaédrica e uma cauda proteica com fibras que o ligam à bactéria, formas simples que conseguem ser facilmente reproduzidas pela tecnologia das impressoras em 3D.

O modelo do bacteriófago foi criado com o objetivo de demonstrar suas estruturas, como por exemplo, onde fica armazenado seu material genético, as partes utilizadas em sua maquinaria para permitir as infecções em bactérias, e de uma maneira geral o formato do vírus como um todo.

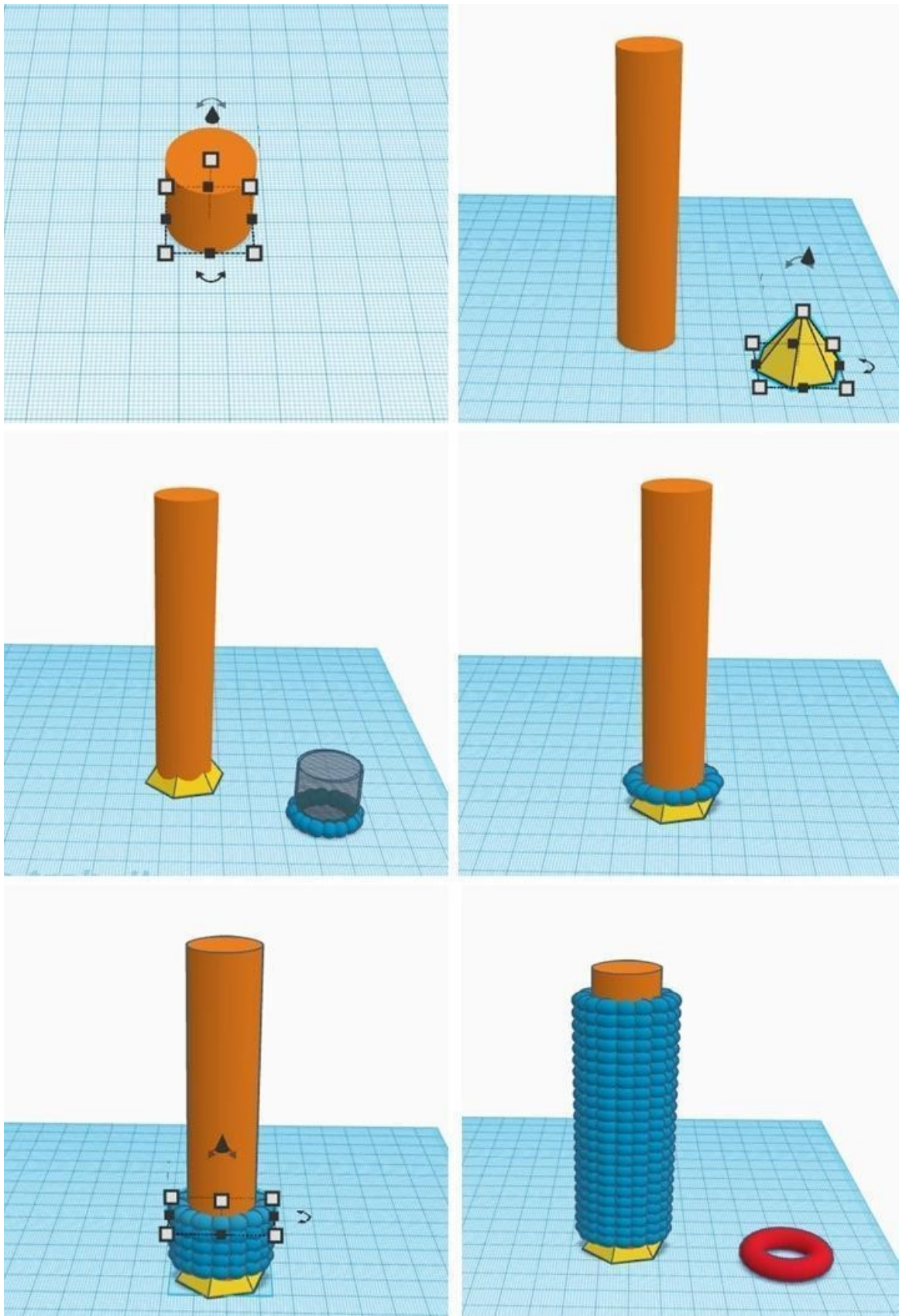
Para a construção do bacteriófago foram utilizadas diversas formas geométricas, sendo elas: cilindro, esfera, tóculo, pirâmide e icosaedro. A soma, multiplicação e reposicionamento dessas formas permitiu criar as diversas estruturas deste tipo de vírus. As Figuras 20 e 21 sintetizam as diversas etapas realizadas para a criação deste modelo 3D.

O modelo foi então impresso com a utilização de plástico PLA. O modelo tem 167 mm de altura e 127,4 mm de diâmetro (Figura 22). A impressão durou 6 horas e 10 minutos e consumiu 47 gramas de material. O custo aproximado de impressão desse modelo é de R\$ 4,70.

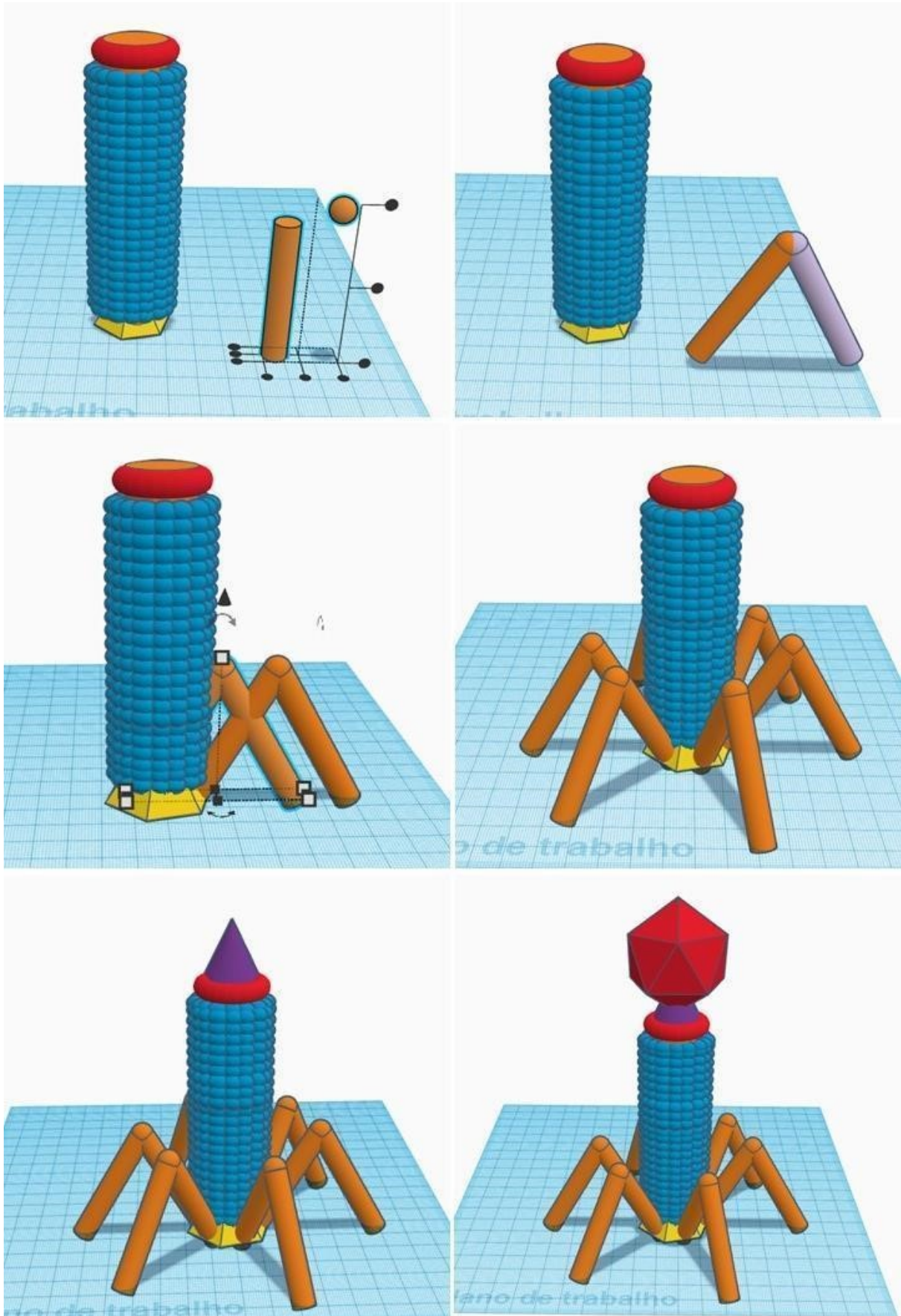
O segundo modelo escolhido para ser produzido foi o do mosaico do tabaco, pois este vírus é o melhor representante da simetria helicoidal (Figura 23).

Embora existam outros vírus mais populares, como o vírus da influenza A e o vírus da raiva, optou-se por fazer a modelagem no vírus do mosaico do tabaco porque ele é não envelopado e suas estruturas ficam expostas, fazendo com que o estudante possa perceber este tipo de simetria helicoidal de maneira mais aparente (GOETZ, 2014)

O vírus afeta principalmente as plantações de tabaco, provocando sintomas como descoloração e manchas em suas folhas. O mosaico é possivelmente a mais comum das doenças do tabaco e também a mais disseminada nas lavouras (VILLAMIZAR, 1956).

Figura 20 – Etapas da criação do bacteriófago no *Tinkercad* (parte 1)

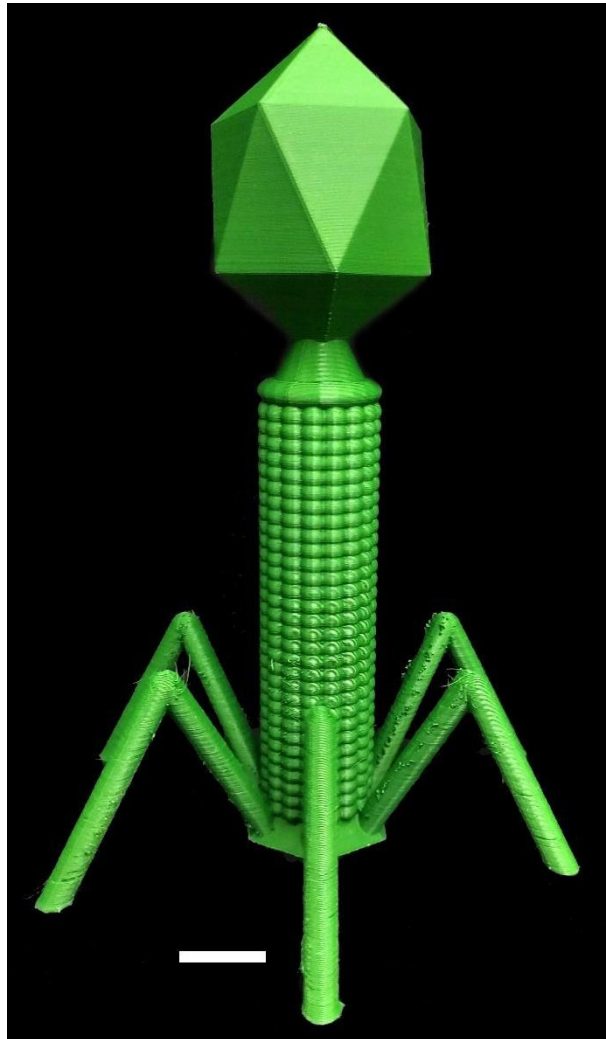
Fonte: A autora, 2021.

Figura 21 – Etapas da criação do bacteriófago no *Tinkercad* (parte 2)

Fonte: A autora, 2021.

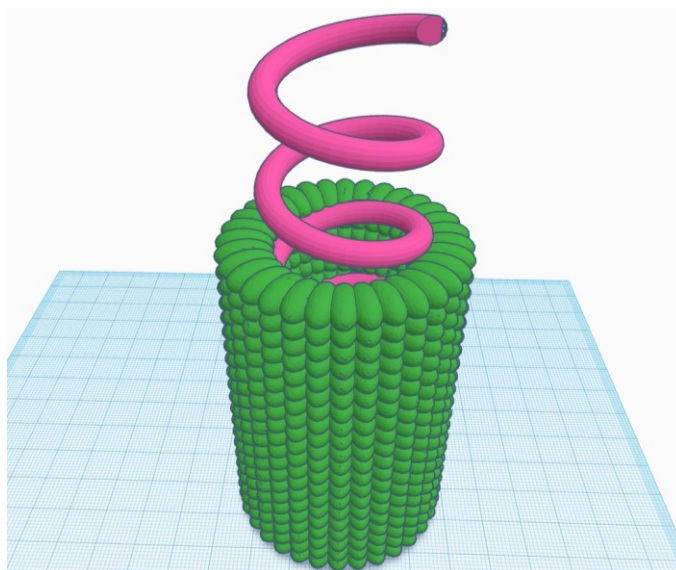


Figura 22 – Modelo de bacteriófago impresso em três dimensões em plástico PLA



Fonte: A autora, 2021. Escala = 2cm.

Figura 23 – Modelo do Mosaico do tabaco



Fonte: A autora, 2022.

O vírus do mosaico do tabaco tem aproximadamente 30.000 nanômetros de diâmetro. Esta doença foi designada pelo nome de mosaico por apresentar certa semelhança com os padrões de mosaico feitos por vários vidros coloridos de pedra ou qualquer outro material, sendo seu sintoma mais típico a presença de áreas irregulares alternadas de coloração verde escura foliar normal (VILLAMIZAR, 1956).

O vírus que produz o mosaico do tabaco pode ser transmitido de uma planta doente para uma planta sadia através da enxertia ou por meios mecânicos (VILLAMIZAR, 1956).

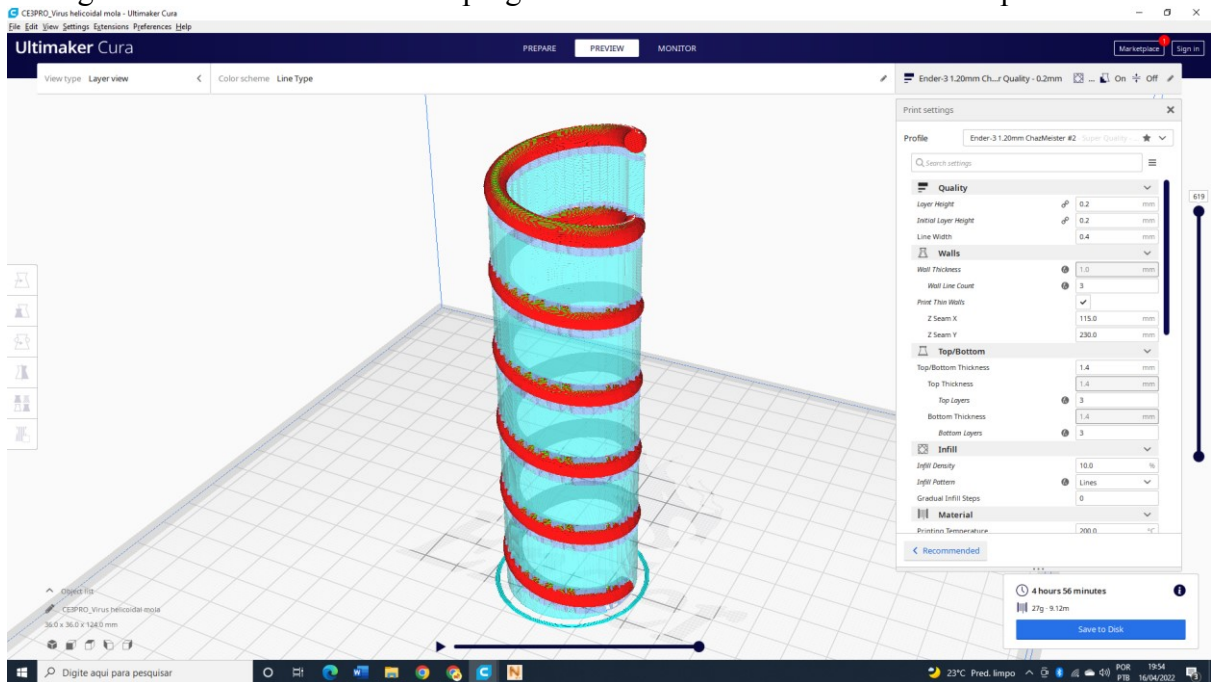
A transmissão por enxertia é o sistema universalmente utilizado na propagação vegetativa; todos os vírus podem ser transmitidos por enxerto de plantas doentes para plantas saudáveis, já por meios mecânicos, o vírus é transmitido de uma planta doente para uma planta saudável através do manejo realizado pelo homem na hora de cuidar da plantação (VILLAMIZAR, 1956).

O modelo do mosaico do tabaco foi criado com o objetivo de demonstrar a sua simetria helicoidal (em formato de hélice) e para isso foram usadas as seguintes estruturas do programa *Tinkercad*: elipses para parte externa e uma mola como material genético de RNA (fita simples). A estrutura da mola também foi utilizada para “escavar” um caminho na camada externa para permitir o encaixe das duas peças.

Foi realizado um primeiro teste de impressão do mosaico do tabaco, começando pela impressão da mola que representa o RNA. A princípio optou-se por colocar um suporte na mola, uma vez que sua angulação faria com que a parte do filamento fosse depositado sem uma camada abaixo para dar sustentação. A disposição dos suportes pode ser mais bem entendida na Figura 24.

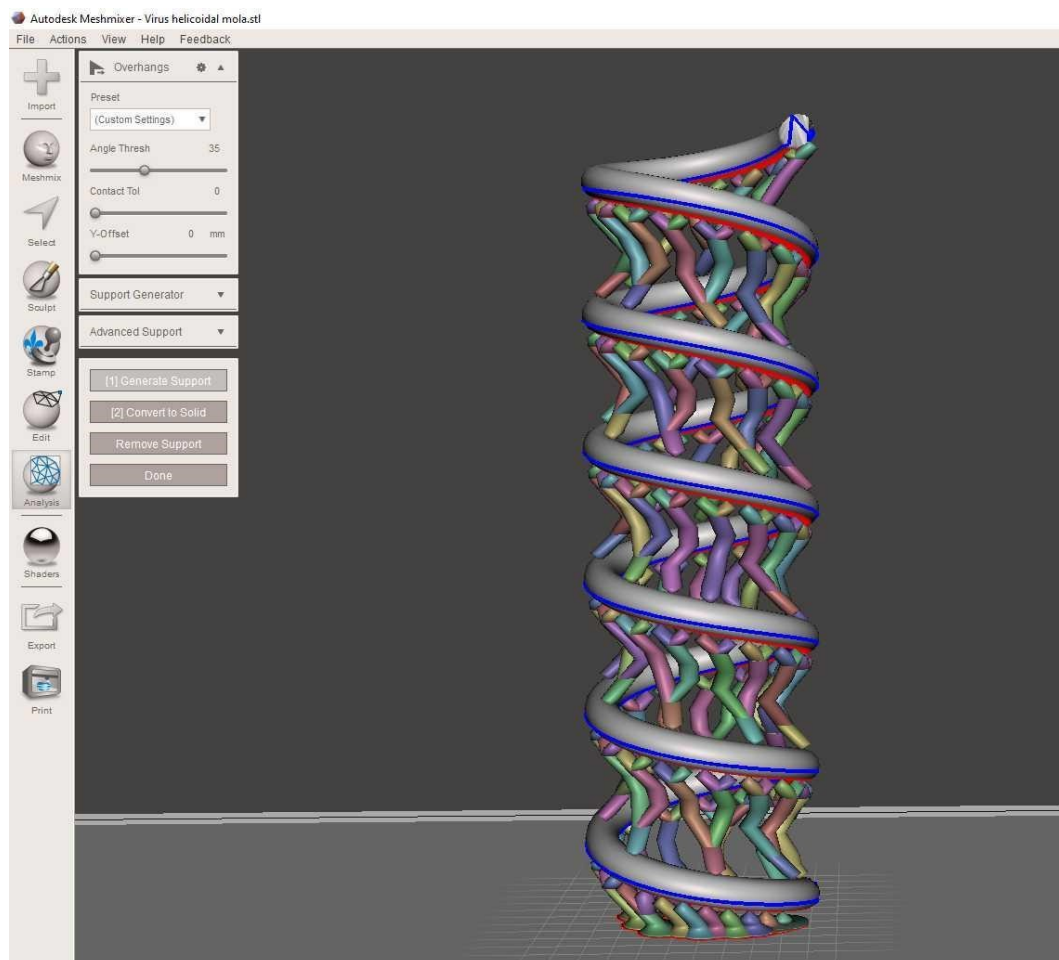
No entanto, após a impressão, a estrutura de suporte se mostrou muito difícil de ser removida, mesmo com a utilização de instrumentos precisos como estilete, uma vez que nem todo material conseguiu ser removido, o que representou dois problemas. O primeiro em relação ao acabamento, que deixou a desejar; o segundo problema estava no perigo em se manusear objetos perfurocortantes. Uma segunda tentativa foi imprimir sem suportes (com exceção da porção próxima da mesa de impressão, para que a peça grudasse na base). A impressão dessa forma se mostrou viável, mas o acabamento ficou ainda pior. Desta maneira, a solução encontrada foi a de usar outro tipo de suporte, criado no programa *Meshmixer* através dos seguintes passos: análise-saliências (overhangs) gerar suporte (Figura 25).

Figura 24 – Tela de trabalho do programa *Ultimaker Cura* mostrando o suporte em azul



Fonte: a autora, 2022.

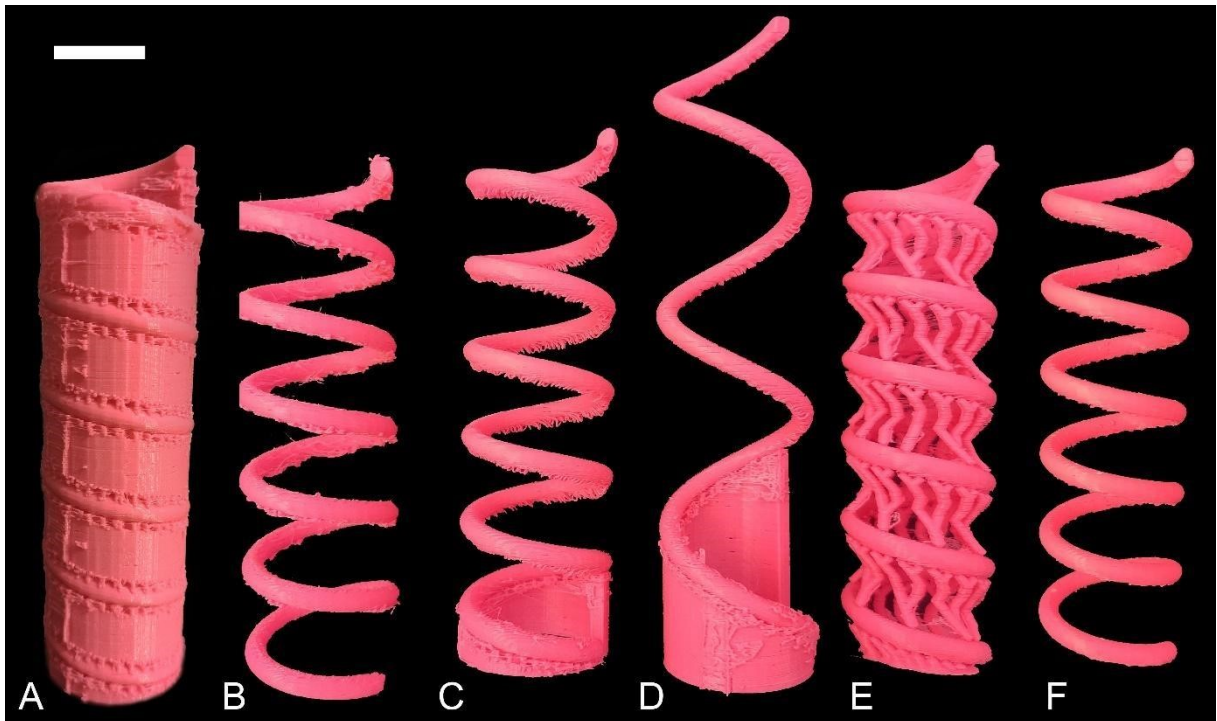
Figura 25 – Criação de suportes no programa *Autodesk Meshmixer*



Fonte: A autora, 2022.

Desta maneira foi possível adicionar um suporte menos agressivo, com colunas onde apenas um único ponto de apoio tocava na estrutura principal, deixando o processo de remoção deste suporte muito mais fácil e menos perigoso. Uma comparação da mola impressa das diferentes formas pode ser vista nas figuras 26 e 27. Já a camada externa foi impressa sem a necessidade de suporte e não apresentou qualquer dificuldade. O modelo completo tem 123,5 mm de altura e 58 mm de diâmetro. A impressão das duas partes durou ao todo 13 horas e 45 minutos e consumiu 84 gramas de materiais. O custo aproximado de impressão desse modelo é de R\$ 8,40. O resultado final do modelo impresso pode ser visto na Figura 28.

Figura 26 – Diversas versões da impressão da representação do material genético

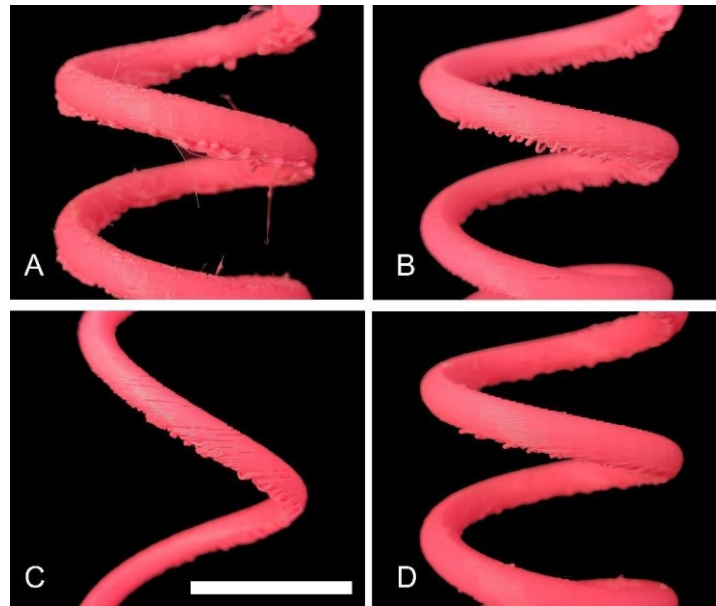


Legenda: Modelo com suportes criados no programa *Cura* (A), modelo com suportes criados no programa *Cura* removidos (B), modelo impresso sem suportes (C), modelo alternativo com as rotações mais espaçadas e sem suportes (D), modelo com suportes criados no *Meshmixer* (E), versão final com suportes criados no *Meshmixer* removidos (E).

Fonte: A autora, 2022.

O exemplo viral escolhido para representar o modelo icosaédrico foi o do adenovírus. Os vírus do tipo icosaédricos organizam seus capsômeros (estruturas proteicas que se encaixam e formam uma cápsula de proteção para o genoma viral) em estruturas denominadas icosaédricos que são: 20 faces triangulares equiláteras, 12 vértices e 30 arestas (DUARTE, 2011).

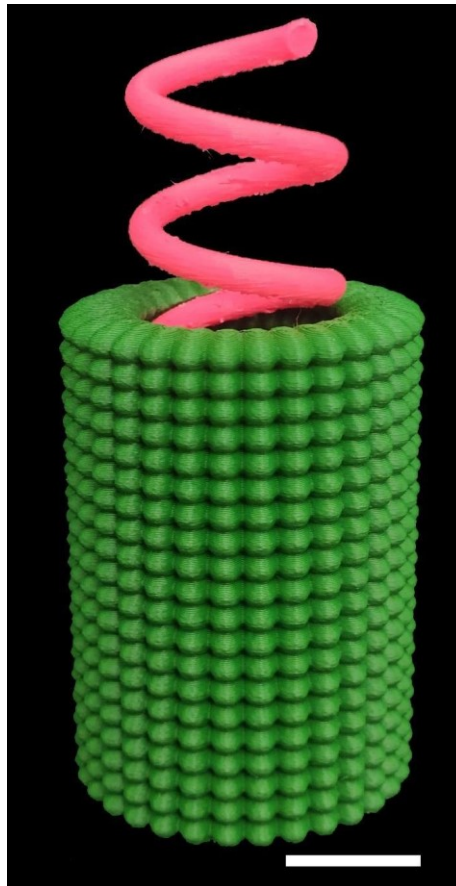
Figura 27 – Detalhes da impressão da representação do material genético



Legenda: modelo com suportes criados no programa *Cura* removidos (A), modelo impresso sem suportes (B), modelo alternativo com as rotações mais espaçadas e sem suportes (C), versão final com suportes criados no *Meshmixer* removidos (D).

Fonte: a autora, 2022.

Figura 28 – Modelo Mosaico do tabaco impresso



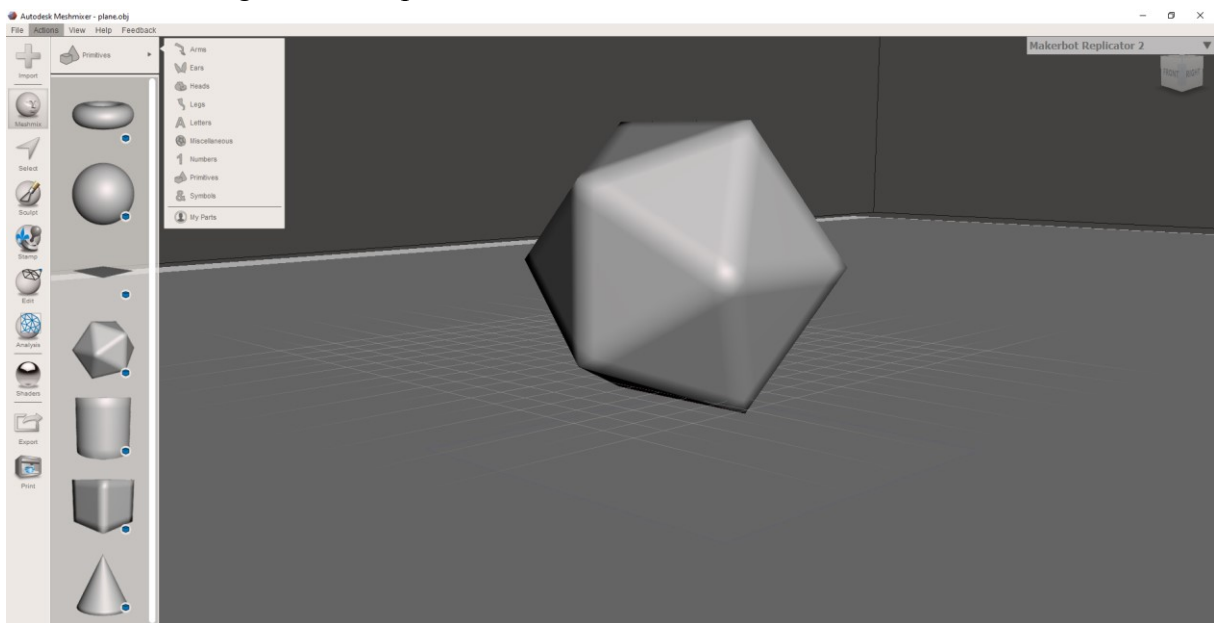
Fonte: A autora, 2022.



Como exemplo deste tipo de simetria temos o vírus da Poliomielite, Adenovírus e Herpesvírus (DUARTE, 2011). Embora o adenovírus faça parte de um conjunto de vírus não envelopados contendo o material genético do tipo DNA fita dupla, eles são bastante populares por causarem infecções respiratórias ou gastrointestinais e por isso foram escolhidos para representar este tipo de simetria.

Este modelo foi feito utilizando o programa de modelagem *Autodesk Meshmixer*, inicialmente importando para a área de trabalho uma figura icosaédrica (figura 29).

Figura 29 – Importando o Icosaédrico no *Autodesk Meshmixer*

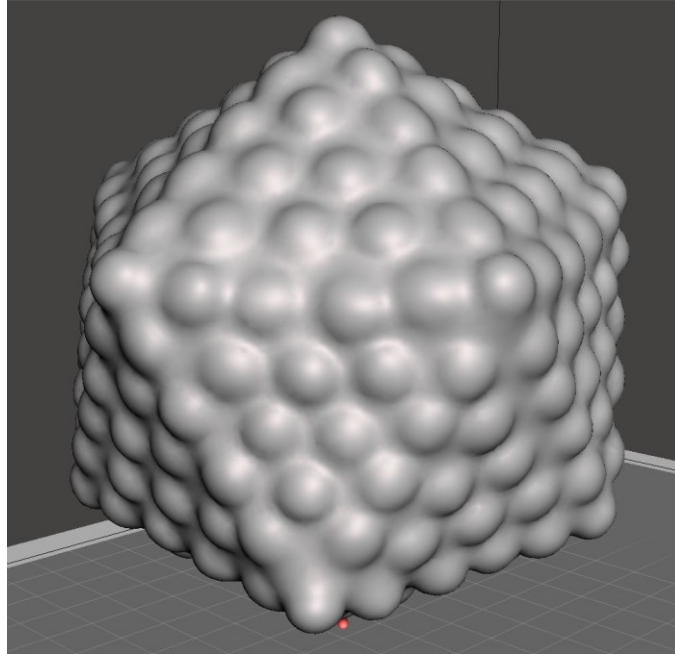


Fonte: A autora, 2022.

Em seguida, foram esculpidas em toda a sua superfície, estruturas esféricas para simular a textura dos Adenovírus, sendo para isso utilizado o seguinte caminho: *sculpt-brushes-Draw*. Os seguintes parâmetros foram utilizados: força 95, tamanho 100, profundidade 50. Desta maneira, as estruturas em formato de “bolhas” foram sendo desenhadas em todas as faces do adenovírus, como mostra a Figura 30 (faces com a textura em formato de bolhas).

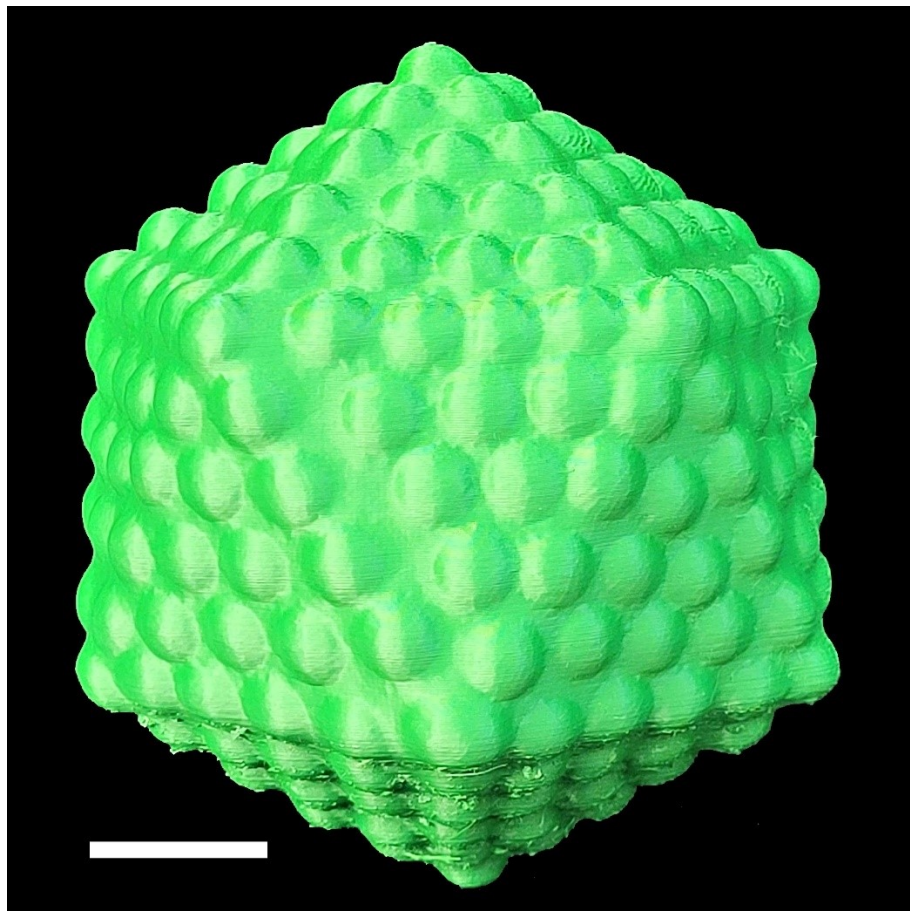
Podemos observar o modelo impresso na figura 31. Este modelo levou 15 horas e 17 minutos para ser impresso e gastou 132 gde PLA, o que reflete num custo aproximado de 13 reais.

Figura 30 – Criação da Textura em forma de bolhas na superfície



Fonte: a autora, 2022.

Figura 31 – Modelo do Adenovírus impresso 3D

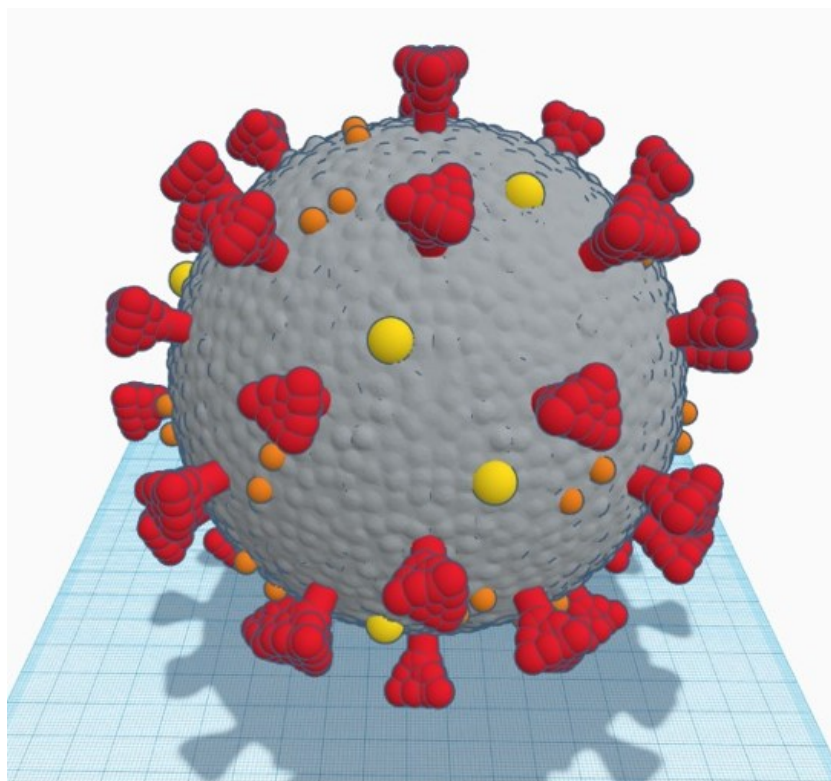


Escala = 2 cm.

Fonte: a autora, 2022.

Para complementar a sequência didática e dar mais ênfase à importância do conhecimento dos vírus, um modelo 3D do vírus da SARS-CoV-2 foi feito com auxílio dos programas de modelagem *Autodesk Meshmixer* e *Tinkercad* (figura 32).

Figura 32 – Modelo virtual do Sars-CoV-2



Fonte: a autora, 2022.

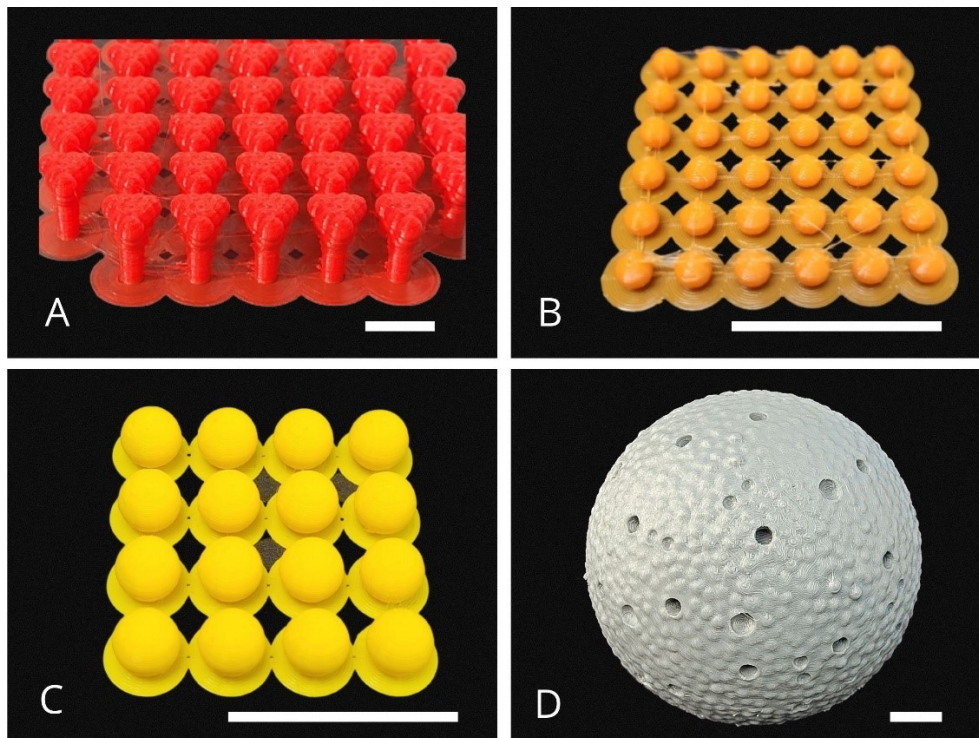
O modelo de coronavírus criado aqui é composto de uma peça central em formato esférico, que foi impressa em cinza, e de uma série de peças menores impressas em outras cores: a coroa de proteínas *spikes* em vermelho, as proteínas E (envelope) em amarelo e as proteínas M (membrana) em laranja (Figura 33). O modelo impresso completo pode ser visto na figura 34.

Este modelo tridimensional é bastante útil para explicar as diferentes estruturas responsáveis pelo reconhecimento e entrada viral nas células hospedeiras.

Para facilitar a compreensão em relação às modificações que os vírus podem adquirir ao longo de sua trajetória epidemiológica, também conhecidas como mutações, produzimos também uma versão modificada, que pode ser vista na Figura 35, com a modificação na estrutura final da proteína *spike*, bem como na cor com a qual essa estrutura foi impressa, mas sem modificação na forma ou nas cores do envelope esférico e das proteínas E e M (Figura 35).

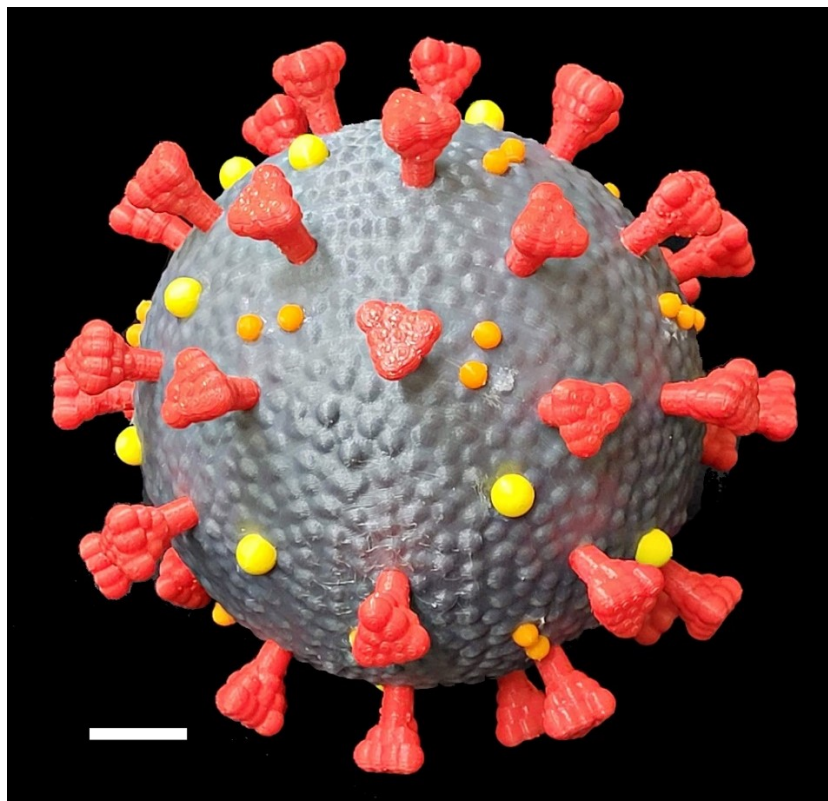


Figura 33 – Partes do modelo do SARS-CoV-2 impressas separadamente



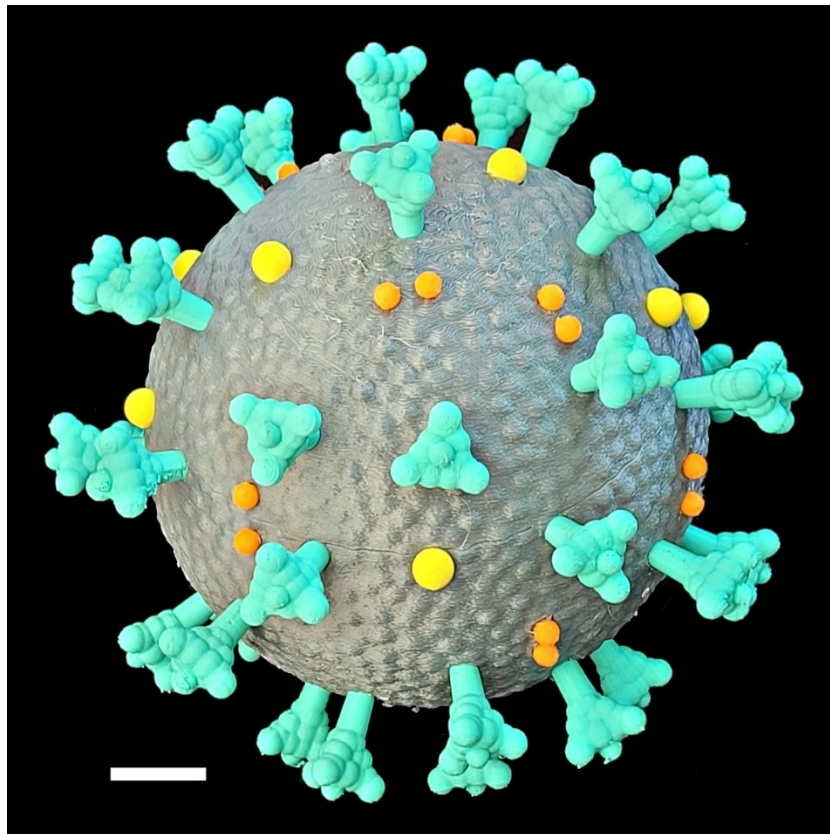
Legenda: proteína S (spike) (A), proteína M (membrana) (B), proteína E (envelope) (C), envelope esférico (D). Escala = 2 cm  
Fonte: A autora, 2022.

Figura 34 – Modelo do SARS-CoV-2 impresso



Escala = 2 cm.  
Fonte: a autora, 2022.

Figura 35 – “Mutação” do SARS-CoV-2



Escala = 2 cm.

Fonte: a autora, 2022.

O surto pand mico provocado em 2020 pelo vírus SARS-CoV-2 foi o ponto de partida para que os olhos do mundo todo se voltassem para a compreensão e estudo deste vírus da família dos coronavírus (PALÚ, 2021).

SARS-CoV-2, responsável por causar a doença de coronavírus ou COVID-19, que é transmitida majoritariamente por gotículas (PERLMAN, MCINTOSH, 2020) pode ser mais bem compreendido através do conhecimento da sua estrutura, características e propriedades (PALÚ, 2021).

Os coronavírus são vírus envelopados, com genoma composto por uma molécula de RNA, fita simples de polaridade positiva. As partículas virais são esféricas com aproximadamente 80-220 nm. Seu RNA gen mico possui aproximadamente 30 kb e, junto com os demais coronavírus, está entre os maiores vírus de RNA identificados até o momento. (CHAN et al., 2020; ICTV, 2011).

Nos coronavírus, o RNA gen mico está associado a múltiplas cópias de nucleoproteína, formando um nucleocapsídeo helicoidal, que pode ser liberado por tratamento com detergente, daí a necessidade de lavar as mãos com água e sabão a fim de diminuir as chances de propaga o do vírus, e assim, minimizar as transmissões (PALÚ, 2021). Existe

uma bicamada lipídica envolvendo o nucleocapsídeo, na qual estão inseridas as proteínas de espícula, membrana e envelope (HELMY et al., 2020; LI et al., 2020).

O álcool 70% também pode ser usado com a mesma finalidade antimicrobica, pois nesta concentração o álcool é não é tão volátil, e junto com a água é capaz de penetrar com mais facilidade no vírus, desnaturando suas proteínas (KAMPF, 2004).

O estudo da virologia nos permite compreender, além dos sintomas causados pela COVID-19 (febre, tosse e dispneia), o porquê das medidas preventivas de se lavar as mãos, usar álcool em gel, evitar aglomerações e usar máscaras (LAI, 2021).

Os vírus podem ser classificados a partir de sua morfologia, isto é, com base na arquitetura do capsídeo, podemos dizer se um vírus é helicoidal, esféricos (envelopados), poliédrico (icosaédrico), ou complexo (bacteriófagos) vírus que infectam somente bactérias demonstradas na Figura 14 (TORTORA, 2016).

Todos os vírus também são constituídos por ao menos dois componentes principais: uma central, que é a região onde se localiza o material genético, e uma capa proteica denominada capsídeo, que protege esse material (OLIVEIRA, 2009).

No entanto, alguns vírus possuem também um envelope lipoproteico, uma membrana composta por lipídios, e é justamente essa composição lipídica do envelope que torna a higienização das mãos, com água e sabão, um método de prevenção tão eficaz, pois a molécula de sabão desestrutura a capa lipídica fazendo o vírus “perder” as proteínas necessárias para a sua adesão nas células hospedeiras. Com isso é possível refrear/minimizar a transmissão do vírus e a infecção humano-humano (PALÚ, 2021).

Os modelos tridimensionais também podem ser usados em outras disciplinas que também necessitem da habilidade visuoespacial (capacidade de transitar entre os níveis de representação microscópica, macroscópica e simbólica), como por exemplo, na compreensão de ligações químicas. Um exemplo está no estudo de Raupp e colaboradores (2009), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que utilizaram ferramentas de modelagem computacional e a manipulação de modelos para ensinar alunos de química no entendimento de isômeros geométricos. Eles testaram a compreensão dos estudantes em ligações complexas usando um programa de modelagem computacional que transformava ligações 2D em 3D, possibilitando um maior e melhor detalhamento da estrutura e sua conformação.

A conclusão do estudo foi que a experiência com a manipulação de modelos, bem como o uso de ferramentas de construção de modelos parece ser um fator importante no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais, fundamentais para representações simbólicas

da aprendizagem. O desenvolvimento desta habilidade ajuda os alunos na resolução de problemas químicos e representação de conceitos no nível microscópico e simbólico (WU e SHAH, 2004).

Silva e Ribeiro (2008) argumentam que para superar as dificuldades de compreensão de modelos químicos, pesquisadores e educadores têm sugerido uma variedade de abordagens instrucionais, como, por exemplo, o uso de modelos e ferramentas tecnológicas.

#### 4.4 Sequência didática

A sequência didática está dividida em dois momentos distintos, para que durante todo o processo o professor possa orientar os alunos na construção do conhecimento.

Toda a sequência didática quanto o material didático em 3D está pronto para aplicação (APÊNDICE C e D), mas devido a pandemia da SARS-CoV-2 este não pode ser aplicado nas turmas.

##### Etapas da sequência didática

#### **Momento 1 – Duração: 2 tempos (1 hora e 20 minutos)**

No primeiro encontro com a turma o professor fará uma investigação dos conhecimentos prévios dos alunos e das percepções e domínio do tema utilizando como instrumento diagnóstico uma atividade denominada: “Atividade de Livre Associação” (ALA) (Alves-Oliveira, 2008), em que os alunos expõem livremente seus conhecimentos sobre um determinado assunto. O objetivo principal da atividade é verificar o quanto os alunos conhecem do conteúdo e o que eles associam ao tema virologia e, desta maneira, colher subsídios para as explicações na aula expositiva dialógica.

Começar a aula buscando entender os conhecimentos prévios dos alunos através da atividade inicial pode ajudar no engajamento das aulas que se seguirão.

Segundo SILVA (2012), chamar a atenção de forma natural, despertando o interesse dos alunos para o assunto que será abordado possibilita uma maior atenção, concentração e produção de conhecimentos.

De acordo Pereira (2005), as atividades lúdicas desenvolvem vários aspectos no processo de aprendizagem, importantes para o ensino de qualidade. Segundo Negrine,

As contribuições das atividades lúdicas no desenvolvimento integral indicam que elas contribuem poderosamente no desenvolvimento global da criança e que todas as dimensões estão intrinsecamente vinculadas: a inteligência, a afetividade, a motricidade e a sociabilidade são inseparáveis, sendo a afetividade a que constitui a energia necessária para a progressão psíquica, moral, intelectual e motriz da criança (NEGRINE, 1994, p.19).

A dinâmica funciona da seguinte maneira: cartelas ou folhas de papel em branco serão distribuídas para a turma e os alunos deverão escrever, durante o período de um minuto, todas as palavras que vierem em suas cabeças relacionadas ao tema. Ao término da atividade, essas folhas serão recolhidas, lidas e guardadas para serem utilizadas novamente no último momento da sequência didática.

Após a dinâmica o professor fará uma aula expositiva e dialógica, abordando aspectos como: estrutura geral dos vírus, suas características fisiológicas e morfológicas, reprodução, doenças causadas por vírus, defesas contra os vírus, medidas preventivas. Além de algumas outras explicações que podem surgir a partir do que os alunos escreveram na atividade ALA.

Neste momento os modelos em 3D devem ser utilizados pelo professor para facilitar a visualização das estruturas virais, suas diferenças estruturais e suas nomenclaturas, apresentando os produtos em 3D do SARS-CoV 2, Adenovírus, Bacteriófago, Mosaico do Tabaco, chamando atenção para as diferentes formas (Helicoidal, Icosáedrica, Esférica e Complexa) e destacando a “mutação” dos dois modelos da COVID. O objetivo aqui é que o aluno consiga identificar os nomes das estruturas relacionadas na aula expositiva, ligação e invasão na célula hospedeira com partes visíveis nos modelos em 3D, estabelecendo uma ponte do que foi falado com o que será visualizado e manipulado por eles.

Esta ponte entre os modelos tridimensionais e a aula expositiva foi o que Ausubel (1982) denominou de organizadores prévios e permite aos alunos com dificuldade de aprendizado uma melhor estruturação dos conceitos de virologia como morfologia, estrutura, características promovendo uma aprendizagem significativa.

Ao término do segundo tempo de aula deste primeiro momento, os alunos deverão levar para casa uma atividade com metodologia ativa de cunho investigativo. O professor irá solicitar que os alunos baixem o jogo PLAGUE Inc em seus celulares (gratuito para Android, pago para Iphone) ou computador, Xbox, PS4 (pago), sendo que para os alunos com deficiência intelectual o jogo deverá ser jogado com o auxílio de algum tutor ou familiar.

Trata-se de um jogo de estratégia, no qual o aluno pode jogar de duas maneiras, ou infectando o maior número possível de pessoas pelo mundo a partir do paciente zero (modo



infecção), ou salvar o mundo não deixando que certa doença se espalhe (modo cura). Para isso o aluno terá que prestar atenção em novos casos de doenças, sintomas, como a doença se espalha, recursos financeiros que possam ajudar a ciência no desenvolvimento de remédios, vacinas, pesquisa e precisará administrar tudo isso com os recursos gerados pelo jogo através de boas estratégias e jogadas. É um jogo que, ao mesmo tempo em que diverte, ensina sobre doenças causadas por microrganismos e estimula um maior engajamento em saúde pública (Figura 36).

Figura 36 – Páginas do jogo PLAGUE Inc em execução



Fonte: a autora, 2022.

A utilização de jogos como estratégia de ensino proporciona um ambiente lúdico e rico de possibilidades. Eles se destacam como ferramenta educacional por proporcionar a geração de problemas a partir dos questionamentos advindos da situação do jogo (Huizinga, 2004).

O uso dos jogos no ensino pode atuar como fator motivacional, pois Macedo e colaboradores (2005) apontam a influência da efetividade no desenvolvimento e na aprendizagem, pois dificilmente se adquire conhecimento sem desejo, interesse e motivação.

Os jogos trazem uma abordagem dos conteúdos de forma descontraída, oportunizando maior desenvolvimento por parte dos alunos e auxiliando os professores na articulação de suas aulas de forma dinâmica e divertida, afastando a visão de assuntos e aulas monótonas. O jogo ganha espaço como ferramenta ideal de suporte para aprendizagem, à medida que propõe estímulo ao interesse do aluno, desenvolve níveis diferentes de experiências pessoal e social, ajuda a construir suas novas descobertas e simboliza um instrumento pedagógico que leva o professor a condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (ROSSETTO, 2010).

### **Momento 2 – Duração: 2 tempos (1 hora e 20 minutos)**

No segundo momento do encontro, com o objetivo de estimular o levantamento de hipóteses feitas pelos alunos e como forma de relacionar o entendimento prévio dos alunos (escritos nas cartelas em branco durante a atividade ALA) com a atividade realizada em casa, os discentes iniciarão a aula comentando sobre o jogo PLAGUE, debatendo e discutindo sobre as estratégias utilizadas no jogo e os fatores que facilitaram ou dificultaram a proliferação da doença. A partir daí o professor deve conduzir a aula para maiores explicações sobre medidas preventivas e de defesas contra os vírus, além de relacionar algumas palavras colocadas no papel com o jogo e com a aula expositiva. O objetivo do debate é fazer com que os alunos se lembrem dos ensinamentos da primeira aula sobre os vírus e possam usar este conhecimento de forma ativa e, através do jogo, compreenderem melhor como acontece a infecção viral, sintomas, tratamentos e medidas preventivas. Neste momento eles também poderão usar os modelos 3D que ficarão expostos.

Atualmente o estudante é visto como peça central dos processos de ensino e aprendizagem, privilegiando-se a participação dele na construção do conhecimento e é emergente pensarmos em diferentes estratégias para serem aplicadas durante as aulas de Biologia, como forma de melhorar o interesse e o envolvimento dos estudantes. As sequências didáticas são uma boa alternativa no Ensino de Ciências e Biologia devido à sua essência prática e investigativa contextualizada (SILVA et al., 2021).

O debate dos alunos, as explicações a partir de uma problematização e a mediação do docente visam buscar uma nova estratégia de abordagem favorecendo uma experiência mais dinâmica e motivadora, tendo em vista a promoção da autonomia do estudante (JÚNIOR et al., 2021).

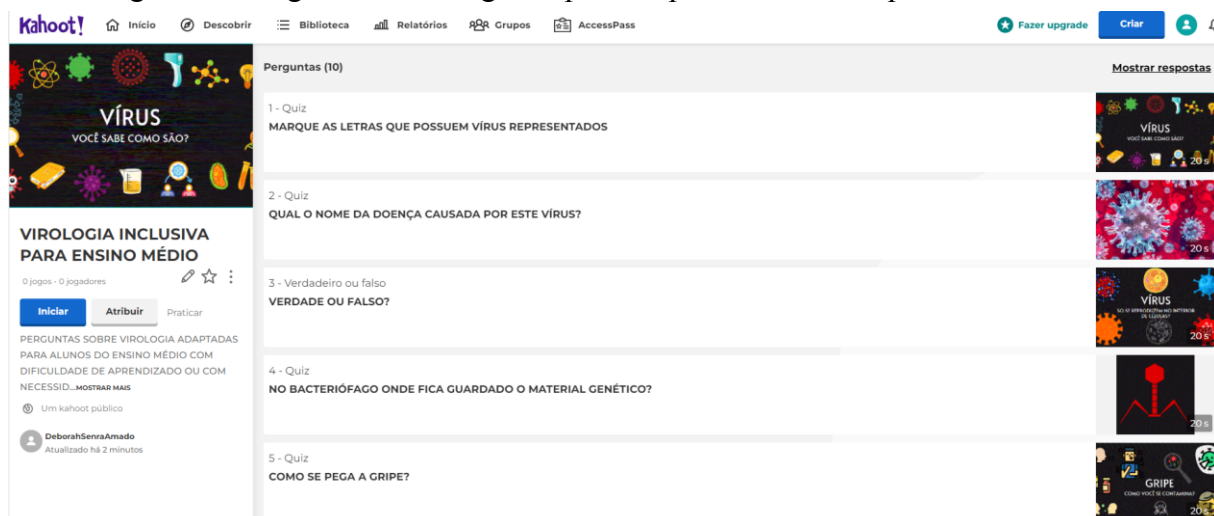
No segundo tempo de aula deste segundo momento será realizada uma atividade interativa e dinâmica através do jogo Kahoot (<https://kahoot.com/>), com duração de 30 minutos. Esta atividade poderá ser feita, tanto através do celular do professor, quanto pelo computador da escola, e também jogado através dos celulares dos alunos, com o objetivo de, através de uma competição saudável, levar os alunos para a busca de informações, análise e interpretação dos dados para que seja solucionado o problema proposto nas perguntas.

Os alunos com deficiência intelectual deverão ser inseridos na brincadeira com o auxílio do mediador escolar ou profissional de apoio pedagógico. Caso a escola não possua este profissional, o professor poderá pedir a ajuda de algum outro aluno ou o próprio professor deverá auxiliá-lo durante o jogo.

Como forma de finalizar a sequência didática e verificar a aprendizagem, será aplicado novamente o ALA, na mesma folha que foi aplicado anteriormente, apenas para que os alunos possam corrigir ou complementar com novas ideias e conhecimentos acerca do tema abordado durante toda a sequência.

Devido à pandemia do SARS-CoV-2 iniciada em 2020, e pelo pequeno número de alunos frequentando a plataforma *online* de ensino, disponibilizada pela rede Estadual de ensino do Rio de Janeiro, o jogo não pôde ser aplicado, mas o KAHOOT encontra-se disponível de maneira pública para o professor que desejar aplicar (Figura 37) (<https://create.kahoot.it/share/virologia-inclusiva-para-ensino-medio/84b6515a-1e73-4cb1-929f-25a05af62daa>).

Figura 37 – Jogo sobre virologia disponível publicamente na plataforma Kahoot



Fonte: a autora, 2022.

Segundo Cunha (2004) os jogos podem ser utilizados na apresentação de um conteúdo, na ilustração de aspectos relevantes ao conteúdo, na revisão ou síntese de conceitos importantes e na avaliação de conteúdos já desenvolvidos e são indicados como um tipo de recurso didático educativo.

Vygotsky, citado por Moreira (2011), enfatiza que o uso dos jogos proporciona ambientes mais provocadores, capazes de “estimular o intelecto” proporcionando a conquista de estágios mais avançados de raciocínio.

A teoria de Vigotski defende que jogar e brincar atua na zona de desenvolvimento proximal do indivíduo, ou seja, criam-se circunstâncias para que determinados conhecimentos e/ou valores sejam consolidados ao exercitar no plano imaginativo capacidades de representar papéis, imaginar situações, e seguir regras de conduta (TEZANI, 2006).

Um resumo das atividades planejadas para os dois momentos da sequência didática descritos acima pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Resumo das etapas da sequência didática

	Atividade	Materiais Utilizados	Tempo	Objetivos
<b>Momento 1</b>	ALA	Cartelas, folhas	10 minutos	Identificar conhecimentos prévios
	AULA EXPOSITIVA	Quadro Branco	50 minutos	Relacionar conhecimentos prévios com conteúdo.
	PLAGUE	Celular	20 minutos (Explicação)	Aprender estratégias de disseminação de doenças, relação de sintomas, vacinas, metodologias preventivas.
<b>Momento 2</b>	DEBATE	Quadro Branco	40 minutos	Levantamento das hipóteses dos alunos
	KAHOOT	Celular, computador	30 minutos	Revisão dos conceitos importantes e na avaliação de conteúdos já desenvolvidos
	ALA	Cartelas, folhas	10 minutos	Verificação da aprendizagem

Fonte: a autora, 2022.

Todas as atividades planejadas para a sequência didática não fizeram distinção entre os alunos com dificuldade de aprendizado, deficiência intelectual e os demais alunos, pois segundo Vygotsky é preciso usar a mesma pedagogia para as crianças com e sem deficiência(SILVA e GALUCH, 2009),

A ninguém ocorre sequer negar a necessidade da pedagogia especial. Não se pode afirmar que não existem conhecimentos especiais para os cegos, para os surdos e os mentalmente atrasados. Porém esses conhecimentos e essas aprendizagens especiais

há que se subordiná-los à educação comum, à aprendizagem comum, a pedagogia especial deve estar diluída na atividade geral da criança (VYGOTSKY, 1997, p. 65).

Vygotsky não concordava com o empobrecimento das atividades escolares ofertadas às crianças com deficiência; questionava a simplificação dos conteúdos curriculares trabalhados nas instituições de ensino especial de sua época. Acreditava que a aprendizagem de conteúdos curriculares e a metodologia utilizada em sala de aula regular proporcionariam mudanças nos processos cognitivos dos sujeitos com algum tipo de deficiência por abrir-lhes a possibilidade de interações, tendo o conteúdo científico como centro dos processos interativos (SILVA e GALUCH, 2009, p.146).

Para Vygotsky (1997), a inclusão de alunos com deficiência na sala de aula regular possibilita a eles observarem as atividades escolares realizadas pelos outros alunos podendo, assim, compará-las às suas próprias ideias ao dos colegas que tem uma forma diferente de pensar (rápido, abstrato, aprofundado). Deste processo surgem os mecanismos de compensação e superação da limitação dos alunos com deficiência (SILVA e GALUCH, 2009, p.147).

A sequência didática para Zabala representa uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas. O objetivo que se pretende alcançar aqui é um melhor conhecimento dos vírus, como estão organizados, suas estruturas externas, seus mecanismos de ação, reprodução e transmissão.

O estudo dos vírus é uma área de extrema importância para a Biologia e a compreensão de seus mecanismos de infecção podem ajudar na prevenção de doenças (BATISTA, 2010).

A grande dificuldade que o professor tem de planejar sequências didáticas como esta é o tempo. Normalmente recebemos a nossa carga horária no começo do ano e adequamos os conteúdos de acordo com as aulas previstas e nem sempre existe tempo hábil para dedicarmos duas ou três aulas para um mesmo conteúdo.

A facilidade aqui está no fato desta sequência didática se apresentar pronta e poder ser facilmente aplicada através de um guia prático (Apêndice C).

A sequência considera a importância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades que são propostas. Ainda assim, como coloca Zabala (1998) a sequência didática não deve ser aplicada sem antes ser refletida e analisada pelo professor, que poderá modificá-la caso seja pertinente a sua realidade, pois cada professor tem uma escola e cada escola apresenta uma realidade diferente. É importante questionar toda e qualquer sequência didática.

É importante que as atividades estejam organizadas de maneira a promover a aprendizagem de todos os alunos, inclusive aqueles com deficiência intelectual. A sequência didática foi pensada, estruturada e planejada para que os conteúdos propostos fossem contextualizados com a realidade, sendo possível o professor adequar o planejamento à realidade da sua escola e da sua sala de aula, com enfoque para os alunos com deficiência intelectual, ou dificuldade de aprendizado.

Espera-se que a aplicação da sequência didática e dos modelos tridimensionais possam contribuir para uma melhor associação de conceitos teóricos com a vida cotidiana dos alunos, levando a um melhor entendimento dos fatores associados à disseminação, prevenção e controle de doenças infecciosas virais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo principal foi desenvolver modelos didáticos tridimensionais e uma sequência didática sobre virologia que valorizem o ensino inclusivo para alunos com deficiência intelectual, ou dificuldade de aprendizado, mas devido à pandemia da SARS-CoV-2, iniciada em 2020, tanto os modelos quanto a sequência didática não puderam ser testados nem aplicados.

Mesmo sem a aplicação dos modelos tridimensionais e da sequência didática, esta dissertação pesquisou metodologias que possam diminuir as lacunas geradas por processos de ensino tradicionais e que por isso não conseguem atingir alunos com dificuldade de aprendizado ou deficiência intelectual.

O questionário enviado aos professores de biologia tinha o objetivo de nortear a construção dos modelos tridimensionais que pudessem auxiliar o professor na construção do conhecimento sobre virologia.

Como uma boa parte dos desafios levantados para ensinar este conteúdo diz respeito às dimensões microscópicas do objeto de estudo, a opção por modelos que mostrassem suas estruturas externas e a classificação e separação destes em quatro tipos morfológicos distintos, nos pareceu uma boa estratégia para facilitar a aprendizagem do tema.

A análise dos livros didáticos do novo ensino médio se mostrou útil, uma vez que o livro é o recurso pedagógico mais utilizado pelos professores, sendo essencial uma abordagem nos livros que contemple os conteúdos aqui mencionados. Vimos, no entanto, que alguns livros da editora averiguada (Moderna) não possuem todos os conteúdos essenciais, e algumas coleções apenas citam o conteúdo de virologia em reportagens breves, sem aprofundar o assunto.

Acreditamos que o uso das tecnologias 3D pode ajudar bastante no entendimento sobre os vírus, suas características, modos de infecção, relação com os hospedeiros, pela simples manipulação e visualização do objeto de estudo.

Optamos por confeccionar quatro tipos virais, cada um com um tipo específico de morfologia (icosaédrica, complexa, esférica e helicoidal) com o intuito de que o aluno perceba as diferenças estruturais externas entre os diferentes tipos virais e com isso possa perceber suas diferentes classificações.

Além dos quatro modelos impressos, demonstrando os diferentes formatos, optou-se também pela impressão de um quinto modelo do formato esférico, em cores diferentes, para

chamar a atenção dos alunos para a capacidade de mutação que os vírus possuem o que poderá ser usada nas aulas de evolução.

Os modelos 3D servem para o reconhecimento das estruturas virais, relação hospedeiro-parasita, mecanismos de entrada na célula, visualizar onde fica o material genético, quais os tipos de material genéticos existentes (RNA, DNA) a inexistência de uma célula protegendo os vírus, e as diversas apresentações das morfologias estruturais externa dos vírus, ou seja, os modelos 3D ajudam nas principais dúvidas levantadas pelos professores de biologia no questionário.

Apesar de na sequência didática encontrarmos atividades diferenciadas que talvez não sejam tão simples para alunos com deficiência intelectual, como ALA, o jogo PLAGUE, Kahoot, essas atividades foram sugeridas para serem trabalhadas para facilitar a compreensão do conteúdo pela manipulação / visualização dos modelos tridimensionais, mas elas devem ser aplicadas com a ajuda de um mediador / apoio / familiar e desta maneira é possível incluir alunos com deficiência intelectuais ou com dificuldade de aprendizado em toda sequência didáticas.

A importância e relevância do tema se tornam evidentes, principalmente depois de uma pandemia causada por um vírus. Torna-se de extrema importância o conhecimento sobre os vírus, como eles são transmitidos, medidas de profilaxia e seus mecanismos de replicação.

Por fim, acreditamos que o material contido nesta dissertação deverá contribuir para uma prática mais inclusiva, democrática, que leva em consideração a experimentação e mudança de atitudes, tanto dos professores quanto dos alunos que receberão esses ensinamentos.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. R. P. Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas - Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas. 2011. 105 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.
- AGUIAR, L. C. D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências. 2016. 226f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.
- ALVES-OLIVEIRA, M. F. Construindo conhecimentos sobre nutrientes no ensino fundamental: Elaboração e avaliação de atividades investigativas e sua influência nos hábitos alimentares dos alunos do Rio de Janeiro (Brasil). Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde). Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo, SP: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Educational psychology: a cognitive view. 2nd. Ed. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- AZEVEDO, H. J. C. C. et al. O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso. Revista Práxis ano IV nº 07, 1. Sem, 2012.
- BARBOSA, E. F. Proposta de um modelo de simulação de análises de espectrometria de massa para aulas práticas de bioquímica no ensino superior. Revista de Ensino de Bioquímica, São Paulo, v. 13, n. 3, p.37-53, 2015.
- BATISTA, M. V. de A.; CUNHA, M. M. da S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 12, n. 1, p. 145-158, 2010.
- BATISTETI, C. B.; CAMARGO, E. P.; ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. Uma discussão sobre a utilização da história da ciência no ensino de célula para alunos com deficiência visual. In: VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. Anais. Belo Horizonte: Abrapec, 2009.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez, 1996.
- BRASIL. Ministério da educação. Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica/ Secretaria de Educação Especial- MEC; SEESP, 2001
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial [MEC. SEESP]. Políticas Nacionais de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP,2008.Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2020.
- BRENDLER, C. F.; VIARO, F. S.; BRUNO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. Educação gráfica, Rio Grande do Sul, v.18, n.03, p. 141-157, 2014.
- BUENO, J. G. S. Educação especial brasileira: integração/segregação do aluno diferente. São

Paulo: EDUC, 1993.

CARVALHO, R. E. A Nova LDB e a Educação Especial. Rio de Janeiro: WVA, 2a edição, 1998.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. Recursos didáticos na educação especial. Revista Benjamim Constant, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20, 1996.

CHAN, J. F. W. et al. Genomic characterization of the 2019 novel humanpathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerging Microbes & Infections*, New York, v. 9, n. 1, p. 221-236, 2020.

COUTINHO, F. A.; SILVA, F. A. R.; SANTOS, V. M. F. Sequências didáticas: propostas, discussões e reflexões teórico metodológicas. Belo Horizonte: FAE/UFMG, P. 9-16, 2016.

CUNHA, M. B. Jogos de Química: Desenvolvendo habilidades e socializando o grupo. Encontro Nacional de Ensino de Química, v. 12, 2004.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, fev, 2017.

DUARTE, E. R. Microbiologia Básica para Ciências Agrárias/Eduardo Robson Duarte, Ciências Agrárias da UFMG, (ed.). Montes Claros: Instituto de 129 p.: il. (Bacia do Conhecimento Agrário, 1), 2011.

FERNANDES, A. V. S.; MOTA, F. A. O. Impressoras 3D: Uma Compreensão da Evolução e Utilização. Anais do IX Simpósio de Informática, IFNMG – Câmpus Januária, 2016.

FLINT, S. J. et al. Principles of virology, Volume 2: pathogenesis and control. John Wiley & Sons, 2020.

FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008.

GARCÍA, M. M. Torres et al. Un estudio sobre la evaluación de libros didácticos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, 2002.

GARRIDO, E. Sala de aula: Espaço de construção do conhecimento para o aluno e de pesquisa e desenvolvimento profissional para o professor. In: CASTRO, Amélia Domingues de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). *Ensinar a ensinar: Didática para a escola fundamental e médio*. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 2002.

GOETZ, B.C. Aprendizagem de simetrias nos anos finais do ensino fundamental, licenciatura em matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

HELMY, Y. A. et al. The COVID-19 Pandemic: A Comprehensive Review of Taxonomy, Genetics, Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control. *Journal of Clinical Medicine*, Basel, v. 9, n. 4, p. 1225, 2020. DOI: 10.3390/JCM9041225. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/4/1225>. Acesso em: 29 jun. 2022.

HUIZINGA, J. *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2004.

INEP, ano 2018 acesso 07 maio 2022 ([http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/censo-escolar-2018-revela-crescimento-de-18-nas-matriculadas-em-tempo-integral-no-ensino-medio/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/censo-escolar-2018-revela-crescimento-de-18-nas-matriculadas-em-tempo-integral-no-ensino-medio/21206)).

INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES - ICTV. Coronaviridae. [S. l.], 2011. Disponível em: [https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv\\_9th\\_report/positive-](https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/positive-)

sense-rna-viruses-2011/w/posrna\_viruses/222/coronaviridae. Acesso em: 01/07/2022

JANNUZZI, G. A luta pela educação do deficiente mental no Brasil. Campinas: Editores Associados, 1992.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arquivos do Mudi, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KAMPF G, KRAMER A. Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. Clin Microbiol Rev; 17(4): 863-93, 2004.

KARAS, B.; M., SANTO, H.; GULLICH, C.I.; Modalidades didáticas: o ensino de virologia na educação básica Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio - ISSN: 1982-1867 - vol. 11, n. 1, p. 73-87, 2018.

KNILL, O.; SLAVKOVSKY, E. Thinking like Archimedes with a 3D printer. arXiv, arXiv:1301.5027, 16 p., 2013<sup>a</sup>.

LAI, Chih-Cheng et. al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARSCoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. ISSN 1980-7341 112 Connectionline n.25, 2021.

LI, X. et al. Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. Journal of Pharmaceutical Analysis, [Xi'an], v. 10, n. 2, p. 102-108, 2020.

LIPSON, H. Printable 3D models for customized hands-on education. In: mass customization and personalization (mcpc), October 2007, Cambridge, MA. Proceeding. Cambridge, MA, 2007.

MACEDO L.; RETTY A. L. S. Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. de.; SANTOS, M. P. de F.; FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. Revista de Biologia e ciências da terra, v.9, n.1, 2009.

McIntosh K. Coronavirus. UpToDate. [internet]. 2020 feb-mar [acesso em 1 JUL 2022]. Disponível em:

[https://www.uptodate.com/contents/coronaviruses?sectionName=Viral%20serotypes&topicRef=126981&anchor=H4&source=see\\_link#H1322470207](https://www.uptodate.com/contents/coronaviruses?sectionName=Viral%20serotypes&topicRef=126981&anchor=H4&source=see_link#H1322470207)

MEDEIROS, A. Docência na socioeducação. Brasília: Universidade de Brasília, Campus Planaltina, 2014.

MEIRA, M. E. M. Desenvolvimento e aprendizagem: reflexões sobre suas relações e implicações para a prática docente. Ciência & Educação, Bauru, v.5, n.2, p. 61-70, 1998.

MENDES, E. G. Deficiência mental: a construção científica de um conceito e a realidade educacional. 1995. 387f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MENDONÇA, A. A. dos S. Escola Inclusiva: Barreiras e Desafios. Revista Encontro de Pesquisa em Educação, Uberaba, v. 1, ed. 1, p. 4-16, out. 2013. Disponível em: <http://revistas.uniube.br/index.php/anais/article/view/801>. Acesso em: 12 março 2021.

MIRANDA, A. A. B. Educação especial no Brasil: desenvolvimento histórico. Revista

Cadernos de História da Educação, Uberlândia, n. 7, jan./dez, 2008.

MORAN, J. M. Como utilizar a internet na educação. Revista Ciência da Informação, Brasília, v. 26, n. 2, p. 146-153, maio-agosto 1997 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19651997000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000200006)> Acesso em: 07 maio 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M.A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: comportamentalismo, construtivismo e humanismo. Porto Alegre: [s.n.], 2016. Disponível em:< <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios5.pdf>> Acesso em: 19 abril 2022.

MOREIRA, M.A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011b.

NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e tecnológica, 1998.

NEGRINE, A. Aprendizagem e Desenvolvimento Infantil: Simbolismo e Jogos. Porto Alegre: Prodil, 1994.

OLIVEIRA, M. B. S. C. de.; RIBEIRO, F. C. "Virologia." EPSJV, 2009.

PALÚ, I. A. A virologia do sars-cov-2 Entendendo a importância da estrutura do vírus causador da nova doença por coronavírus (COVID-19). Connectionline n.25 – 2021( DOI:10.18312/connectionline.v0i25.1581 ) DOI: 10.18312/connectionline.v0i25.1597; acesso em 01/07/2022; disponível em:

<http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/1597/1875>

PEREIRA, L. H. P. Bioexpressão: a caminho de uma educação lúdica para a formação de educadores. Rio de Janeiro: Mauad X: Bapera, 2005.

PERLMAN, S. Another decade, another coronavirus. N Engl J Med [internet]. 20 feb, 2020. [acesso em 1 JUL 2022]; 382:760-762. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMe2001126>

PLETSCH, M.D.; Educação especial e inclusão escolar: políticas, práticas curriculares e processos de ensino e aprendizagem. Poíesis Pedagógica, Catalão-GO, v.12, n.1, p. 7-26, jan/jun, 2014.

POZO, J. I. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. Experiências em ensino de ciências, v. 4, n. 1, p. 59-73, 2009.

RIBEIRO, L. O. M. A inclusão do aluno com deficiência visual no contexto escolar: afeto e práticas pedagógicas. Revista Educação, Artes e Inclusão, [s.l.], v. 13, ed. 1, p. 8-32, 2017.

ROSSETTO, E. S. Jogo das organelas: o lúdico na Biologia para o Ensino Médio e Superior. Revista Iluminart do IFSP, V.1, N.4, 2010.

SANTOS, N. S. DE O.; Novos desafios no ensino da Virologia. revista pan-amazônica de saúde (online), v. 9, p. 7-8, 2018.

SCHAFFNER, C.B. & BUSWELL, B.E. Dez elementos críticos para a criação de comunidades de ensino inclusivo e eficaz. Em S. Stainback e W. Stainback (Orgs.). Inclusão – Um guia para educadores (pp. 69 – 87). Tradução de M. França. Porto Alegre: Artes Médicas

Sul, 1999.

Silva, A; Ribeiro, N. Modelagem molecular de compostos orgânicos. III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Fortaleza, 2008.

SILVA, L. V. da e BEGO, A. M. Levantamento Bibliográfico sobre Educação Especial e Ensino de Ciências no Brasil. Rev. bras. educ. espec.[online]. 2018.

SILVA, J. M. da A. O lúdico como metodologia para o ensino de crianças com deficiência intelectual. 2012. Disponível em:  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4736/1/MD\\_EDUMTE\\_II\\_2012\\_33.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4736/1/MD_EDUMTE_II_2012_33.pdf)  
acesso em 18 fevereiro 2022.

SILVA, L. C. R. da.; COSTA, A. G.; ARAÚJO, M. P. M.; FERNANDES, V. de O. Ensino de microalgas por meio de modelos didáticos: tornando o mundo microscópico visível e significativo. Revista Educar Mais, v. 5, n. 2, p. 179-197, 2021. Disponível em:<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/1917>. acesso em: 14 de fevereiro 2022.

SILVA, M. A. M.; GALUCH, M. T. B. . Interação entre crianças com e sem necessidades educacionais especiais: possibilidades de desenvolvimento. Intermeio (UFMS), v. I, p. 142-165, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/intm/article/view/2461/1630>  
Acesso em 14 fev. 2022

SILVA, S. de C.R.; SCHIRLO, A.C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social Imagens da Educação, v. 4, n. 1 , p. 36-42, 2014.

TARDIF M; Raymond, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério Formação de Profissionais da Educação Educ. Soc. 21 (73) Dez 2000  
<https://doi.org/10.1590/S0101-73302000000400013>( acesso em 14/02/2022)

TEZANI, T. C. R. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. Educação em Revista Marília, v.7, n.1/2, p. 1-16, 2006.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. Microbiologia-12ª Edição. Artmed Editora, 2016.

VASCONCELLOS, C.S; Construção do Conhecimento em sala de aula. São Paulo: Libertad, 2005.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. Ciência e Educação. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VILLAMIZAR J. A. El mosaico del tabaco. Acta Agronómica, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 189–223, 1956. Disponível em:[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/49075](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/49075). Acesso em: 20 abril. 2022.

VYGOTSKY, L S. La colectividad como factor de desarrollo del niño deficiente, 1997.

Wu, H-K. e SHAW, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. Science Education, 88(3), 465-492, 2004.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE A - Questionário

**Questionário:** professores de biologia atuantes na educação básica. Caros professores, meu nome é Deborah Senra e sou aluna do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – ProfBio/UERJ. Encaminho a você este questionário que faz parte de uma pesquisa que desenvolvo com a dissertação intitulada: "Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia para alunos do Ensino Médio." Sua participação é anônima e voluntária. Meu interesse nesta pesquisa é conhecer suas práticas de ensino. Desde já, agradeço sua contribuição, que será muito importante para minha pesquisa.

### 1. E-mail \*

### 2. Gênero:

Feminino

Masculino

Prefiro não dizer

### 3. Faixa etária

até 30 anos

de 31 a 38 anos

de 39 a 46 anos

de 47 a 54 anos

de 55 a 62 anos

mais de 62 anos

### 4. Tempo de magistério

até 5 anos

6 a 10 anos

de 11 a 15 anos

de 16 a 20 anos

mais de 20 anos

### 5. Em qual (is) tipo(s) de instituição de ensino você atua?

Instituição de ensino privado

instituição de ensino pública municipal

instituição de ensino pública estadual

instituição de ensino pública Federal

**6. Em qual (is) segmento(s) você leciona?**

educação infantil

ensino fundamental

ensino médio

ensino superior

pós-graduação

**7. Você costuma abordar o conteúdo de virologia durante as suas aulas?**

sim

não

**8. Os alunos apresentam algum tipo de dificuldade para compreenderem o tema virologia?**

Não

Não sei

Sim

**9. Caso a sua resposta na pergunta anterior tenha sido sim, qual(is) a(s) principal (is) dificuldades que os alunos apresentam para compreender o tema virologia? \***

**10. Dentre os temas listados abaixo, quais você assinalaria como possíveis de serem ensinados através de modelos didáticos 3D, depois justifique sua resposta.**

Estrutura do vírus

Doenças causadas por vírus

Reprodução do vírus

Defesas contra os vírus

Medidas preventivas

Mecanismo da infecção viral

11. Justifique a sua resposta da pergunta anterior

12. Você utiliza alguma atividade diferenciada para facilitar o ensino de virologia nas suas aulas?

Sim

Não

Não trabalho este conteúdo




**13. Caso a sua resposta na pergunta anterior tenha sido sim, qual(is) a(s) atividade(s) diferenciada(s) você usa para explicar melhor o conteúdo de virologia?**



## APÊNDICE B- Guia para download e impressão de modelos 3D de virologia

# MODELOS 3D DE VIROLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: CRIAÇÃO, DOWNLOAD E IMPRESSÃO

**MESTRANDA: DEBORAH SENRA AMADO**  
**ORIENTADOR: LÚCIO PAULO MACHADO**

**OS MODELOS 3D APRESENTADOS AQUI FAZEM PARTE DE UMA DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DIDÁTICO INCLUSIVO E UMA SEQUENCIA DIDÁTICA SOBRE VIROLOGIA, COM USO DE MODELAGEM E IMPRESSÃO 3D, PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO"**

**ESTES MODELOS FORAM PRODUZIDOS COM O OBJETIVO DE SE CRIAR UMA APROXIMAÇÃO ENTRE O ABSTRATO E O CONCRETO NO ENSINO DO CONTEÚDO DE VIROLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO, INCLUINDO AQUELES COM DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM OU DEFICIÊNCIA INTELCTUAL, PARA EXEMPLIFICAR AS DIFERENTES MORFOLOGIAS VIRAIS, OPTOU-SE NESTA DISSERTAÇÃO POR CONSTRUIR NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUATRO MODELOS DIFERENTES DE VÍRUS, REPRESENTANDO QUATRO TIPOS MORFOLÓGICOS DISTINTOS: HELICOIDAL, ICOSAÉDRICO, ESFÉRICO E COMPLEXO**

**OS MODELOS FORAM DESENVOLVIDOS COM O AUXÍLIO DOS PROGRAMAS DE MODELAGEM 3D TINKERCAD ([WWW.TINKERCAD.COM](http://www.tinkercad.com)) E AUTODESK MESHMIXER ([WWW.MESHMIXER.COM/](http://www.meshmixer.com/)). A PLATAFORMA DO PROGRAMA TINKERCAD É TOTALMENTE ONLINE E GRATUITA, SENDO QUE PARA ISSO BASTA CRIAR UM LOGIN E UMA SENHA. O PROGRAMA É DE FÁCIL UTILIZAÇÃO E MANUSEIO POR APRESENTAR INÚMERAS FORMAS GEOMÉTRICAS QUE PODEM SER USADAS COMO BASE NA CONSTRUÇÃO DOS PROJETOS, SENDO BASTANTE ACESSÍVEL. JÁ O PROGRAMA AUTODESK MEXMIXER, TAMBÉM GRATUITO, FOI UTILIZADO PARA CRIAR ALGUMAS TEXTURAS E SUPORTES.**

**PARA IMPRIMIR UM MODELO 3D É NECESSÁRIO QUE O ARQUIVO GERADO (STL) SEJA CONVERTIDO EM OUTRO COM AS INSTRUÇÕES PARA QUE A IMPRESSORA GERE UM OBJETO. ESSA PREPARAÇÃO DOS ARQUIVOS PARA IMPRESSÃO, TAMBÉM CHAMADA "FATIAMENTO", FOI FEITA COM O PROGRAMA GRATUITO ULTIMAKER CURA. O MATERIAL UTILIZADO PARA AS IMPRESSÕES FOI O FILAMENTO DE ÁCIDO POLILÁTICO (PLA, DO INGLÊS POLYLACTIC ACID).**

**AGRADECIMENTO: O PRESENTE TRABALHO FOI REALIZADO COM APOIO DA COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - BRASIL (CAPES) - CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001.**

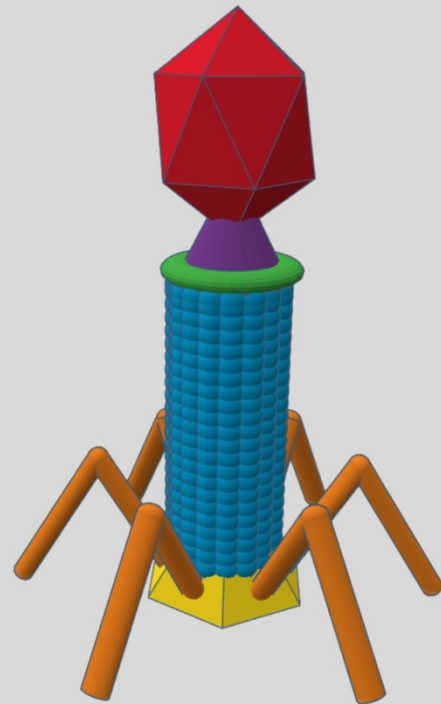
## BACTERIÓFAGO



O PRIMEIRO MODELO 3D ESCOLHIDO PARA SER CRIADO E IMPRESSO FOI DE UM BACTERIÓFAGO. OS BACTERIÓFAGOS, OU FAGOS, SÃO VÍRUS QUE INFECTAM BACTÉRIAS.

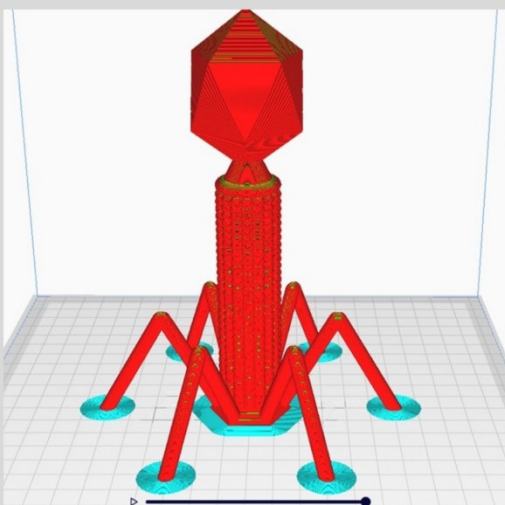
SEU CAPSÍDEO É FORMADO POR UMA CABEÇA ICOSAÉDRICA E UMA CAUDA PROTEICA COM FIBRAS QUE O LIGA À BACTÉRIA.

PARA A CONSTRUÇÃO DO BACTERIÓFAGO FORAM UTILIZADAS DIVERSAS FORMAS GEOMÉTRICAS, SENDO ELAS: CILINDRO, ESFERA, TÓRULO, PIRÂMIDE E ICOSAEDRO. A SOMA, MULTIPLICAÇÃO E REPOSICIONAMENTO DESSAS FORMAS PERMITIU CRIAR AS DIVERSAS ESTRUTURAS DESTES TIPO DE VÍRUS.



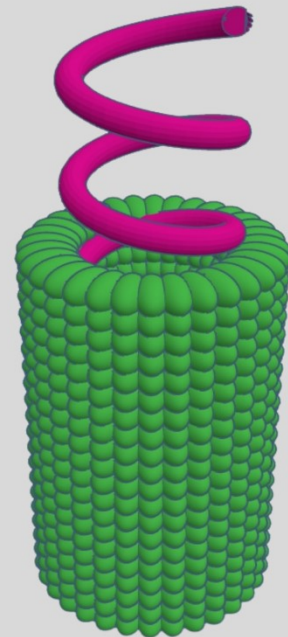
## IMPRESSÃO

ASSIM COMO PARA OS OUTROS MODELOS, OS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO UTILIZADOS FORAM, EM LINHAS GERAIS, OS FORNECIDOS PELO PADRÃO DO SOFTWARE ULTIMAKER CURA PARA A IMPRESSORA ENDER 3, DESTACANDO AS SEGUINTE OPÇÕES: ALTURA DE CAMADA DE 0,2MM (PARA ALGUMAS PEÇAS FOI UTILIZADA UMA ALTURA DE CAMADA VARIÁVEL, ENTRE 0,12 E 0,2MM), ESPESSURA DE PAREDE DE 1,2MM, PREENCHIMENTO DE 10%, TEMPERATURA DO BICO DE 200 C, TEMPERATURA DA MESA DE 60 C, VELOCIDADE DE IMPRESSÃO DE 50 A 60 MM/SEG. NA IMPRESSÃO DESTES MODELOS FOI UTILIZADA A OPÇÃO DE ADESÃO À MESA DE IMPRESSÃO CHAMADA "BRIM". NESTA OPÇÃO SÃO CRIADAS LINHAS CONCÊNTRICAS NA PRIMEIRA CAMADA PARA AUMENTAR A ADERÊNCIA. ISSO É IMPORTANTE PARA QUE AS FIBRAS DO BACTERIÓFAGO NÃO SE SOLTEM DA MESA DURANTE A IMPRESSÃO.



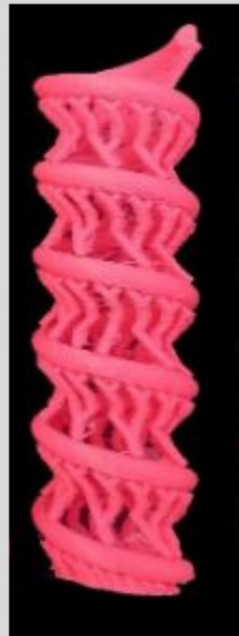
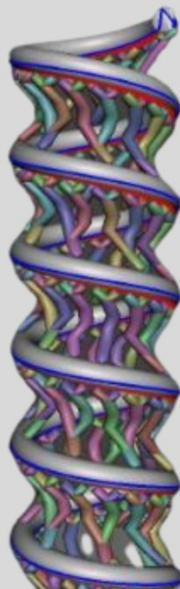
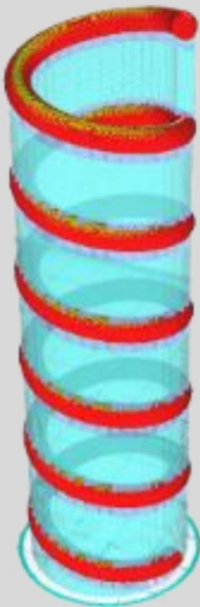
## MOSAICO DO TABACO

O MODELO DO MOSAICO DO TABACO FOI CRIADO COM O OBJETIVO DE DEMONSTRAR A SUA SIMETRIA HELICOIDAL (EM FORMATO DE HÉLICE) E PARA ISSO FORAM USADAS AS SEGUINTE ESTRUTURAS DO PROGRAMA TINKERCAD: ELIPSES PARA PARTE EXTERNA E UMA MOLA COMO MATERIAL GENÉTICO DE RNA (FITA SIMPLES). A ESTRUTURA DA MOLA TAMBÉM FOI UTILIZADA PARA "ESCAVAR" UM CAMINHO NA CAMADA EXTERNA PARA PERMITIR O ENCAIXE DAS DUAS PEÇAS.



## IMPRESSÃO

A PARTE EXTERNA DO MODELO FOI IMPRESSA SEM DIFICULDADES, CONTUDO A MOLA, QUE REPRESENTA O MATERIAL GENÉTICO, É UM ELEMENTO MAIS DIFÍCIL DE IMPRIMIR. APÓS A IMPRESSÃO, A ESTRUTURA DE SUPORTE, CRIADA PELO PROGRAMA CURA, SE MOSTROU MUITO DIFÍCIL DE SER REMOVIDA, A SOLUÇÃO ENCONTRADA FOI A DE USAR OUTRO TIPO DE SUPORTE, CRIADO NO PROGRAMA MESHMIXER. DESTA MANEIRA FOI POSSÍVEL ADICIONAR UM SUPORTE MENOS AGRESSIVO, COM COLUNAS ONDE APENAS UM ÚNICO PONTO DE APOIO TOCAVA NA ESTRUTURA PRINCIPAL, DEIXANDO O PROCESSO DE REMOÇÃO DESTA SUPORTE MUITO MAIS FÁCIL E MENOS PERIGOSO.

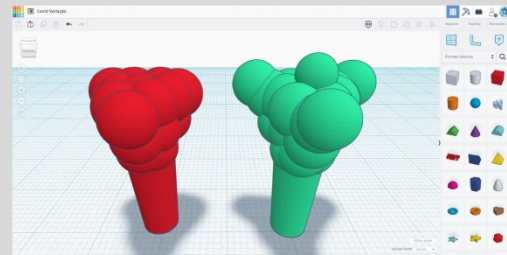
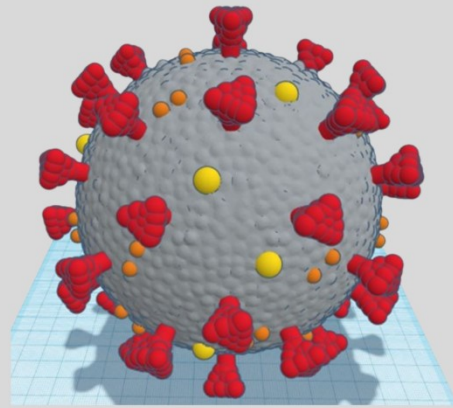




## SARS-COV-2



O MODELO DE CORONAVÍRUS CRIADO AQUI É COMPOSTO DE UMA PEÇA CENTRAL EM FORMATO ESFÉRICO, QUE FOI IMPRESSA EM CINZA, E DE UMA SÉRIE DE PEÇAS MENORES IMPRESSAS EM OUTRAS CORES: A COROA DE PROTEÍNAS SPIKES EM VERMELHO, AS PROTEÍNAS E (ENVELOPE) EM AMARELO E AS PROTEÍNAS M (MEMBRANA) EM LARANJA. PARA FACILITAR A COMPREENSÃO EM RELAÇÃO ÀS MODIFICAÇÕES QUE OS VÍRUS PODEM ADQUIRIR AO LONGO DE SUA TRAJETÓRIA EPIDEMIOLÓGICA, TAMBÉM CONHECIDAS COMO MUTAÇÕES, PRODUZIMOS TAMBÉM UMA SEGUNDA VERSÃO, COM A MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA FINAL DA PROTEÍNA SPIKE, BEM COMO NA COR COM A QUAL ESSA ESTRUTURA FOI IMPRESSA.



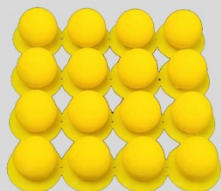
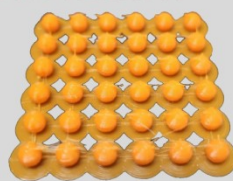
## IMPRESSÃO

A IMPRESSÃO DO MODELO DO SARS-COV2 FOI FEITA UTILIZANDO FILAMENTOS DE QUATRO CORES DIFERENTES, CINZA PARA A PEÇA ESFÉRICA CENTRAL, VERMELHO PARA A PROTEÍNA S, LARANJA PARA A PROTEÍNA M E AMARELO PARA A PROTEÍNA E. PARA IMPRIMIR A VARIAÇÃO DO MOLDELO DO SARS-COV-2 FOI UTILIZADO FILAMENTO VERDE CLARO PARA A PROTEÍNA S.

PROTEÍNA S



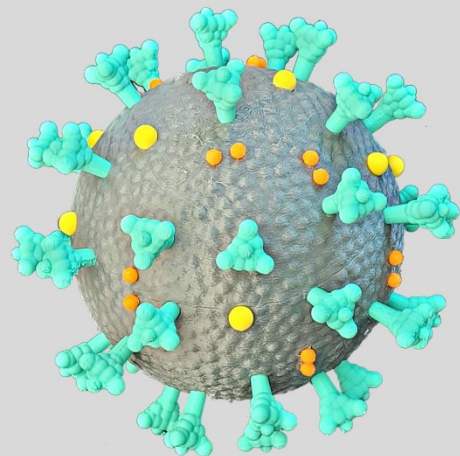
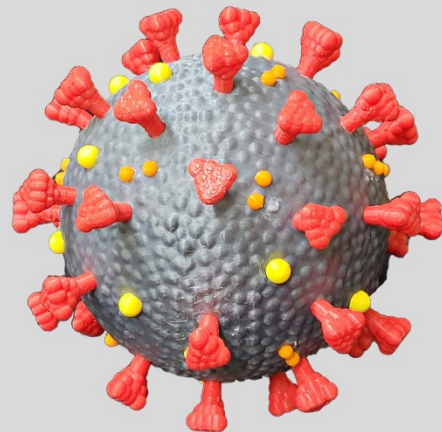
PROTEÍNA M



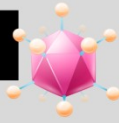
PROTEÍNA E



PEÇA CENTRAL



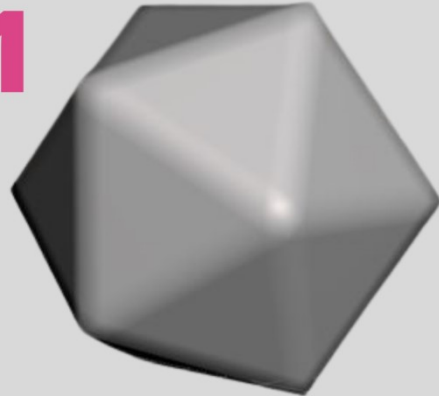
## ADENOVÍRUS



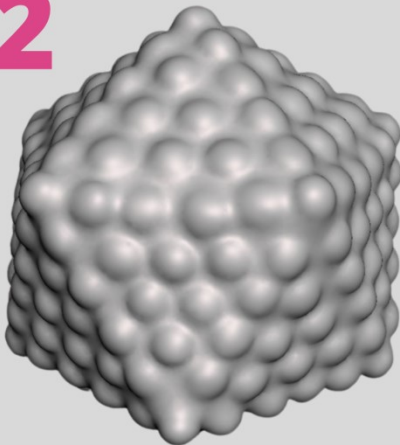
O EXEMPLO VIRAL ESCOLHIDO PARA REPRESENTAR O MODELO ICOSAÉDRICO FOI O DO ADENOVÍRUS. OS VÍRUS DO TIPO ICOSAÉDRICOS ORGANIZAM SEUS CAPSÔMEROS (ESTRUTURAS PROTEICAS QUE SE ENCAIXAM E FORMAM UMA CÁPULA DE PROTEÇÃO PARA O GENOMA VIRAL) EM ESTRUTURAS DENOMINADAS ICOSAÉDRICOS QUE SÃO: 20 FACES TRIANGULARES EQUILÁTERAS, 12 VÉRTICES E 30 ARESTAS

ESTE MODELO FOI FEITO UTILIZANDO O PROGRAMA DE MODELAGEM AUTODESK MESHMIXER, INICIALMENTE IMPORTANDO PARA A ÁREA DE TRABALHO UMA FIGURA ICOSAÉDRICA

1



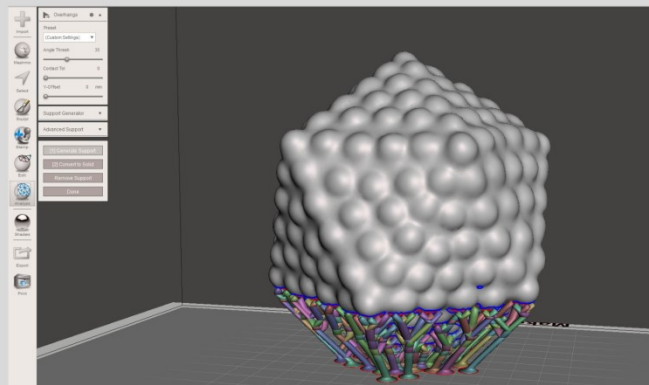
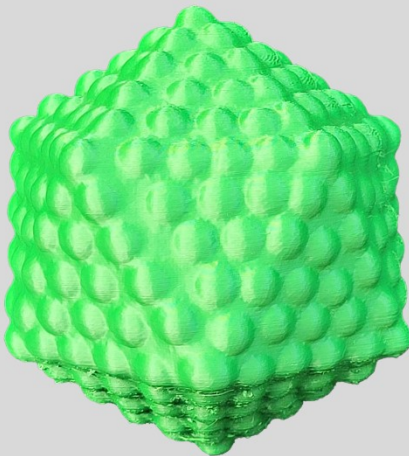
2



EM SEGUIDA, FORAM ESCULPIDAS EM TODA A SUA SUPERFÍCIE, ESTRUTURAS ESFÉRICAS PARA SIMULAR A TEXTURA DOS ADENOVÍRUS, SENDO PARA ISSO UTILIZADO O SEGUINTE CAMINHO: SCULP-BRUSHES-DRAW. OS SEQUINTE PARÂMETROS FORAM UTILIZADOS: FORÇA 95, TAMANHO 100, PROFUNDIDADE 50.

## IMPRESSÃO

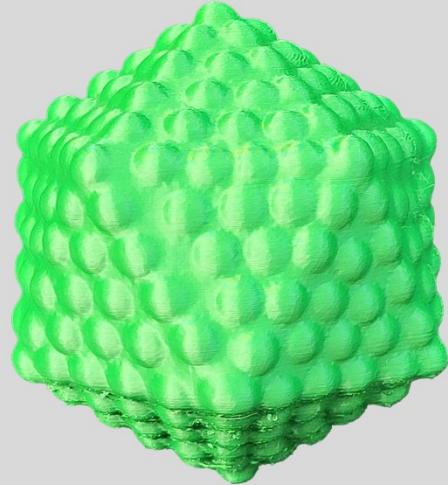
PARA A MELHOR IMPRESSÃO DO MODELO DO ADENOVÍRUS TAMBÉM FORAM CRIADOS SUPORTES NO PROGRAMA MESHMIXER. NESTE MODELO OS SUPORTES TAMBÉM SE MOSTRAM MAIS FÁCEIS DE SEREM REMOVIDOS DO QUE AQUELES CRIADOS NO PROGRAMA ULTIMAKER CURA.





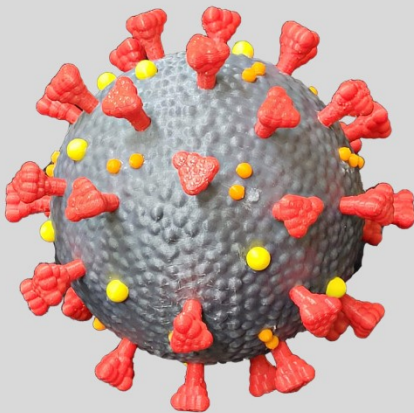
## TEMPO E CUSTO DE IMPRESSÃO E LINKS PARA DOWNLOAD

**BACTERIÓFAGO** - O MODELO TEM 167 MM DE ALTURA E 127,4 MM DE DIÂMETRO. A IMPRESSÃO DUROU 6 HORAS E 10 MINUTOS E CONSUMIU 47 GRAMAS DE MATERIAL. O CUSTO APROXIMADO DE IMPRESSÃO DESSE MODELO É DE R\$ 4,70. **LINK PARA DOWNLOAD:** [SPLIT.TO/E0RUK05](https://split.to/e0ruk05)



**ADENOVÍRUS** - O MODELO TEM 117 MM DE ALTURA E 106 MM DE DIÂMETRO. A IMPRESSÃO DUROU 15 HORAS E 17 MINUTOS PARA SER IMPRESSO, GASTOU 132 GRAMAS DE MATERIAL E CONSUMIU 47 GRAMAS DE MATERIAL. O CUSTO APROXIMADO DE IMPRESSÃO DESSE MODELO É DE R\$ 13,20. **LINK PARA DOWNLOAD:** [SPLIT.TO/FXK5AOW](https://split.to/fxk5aow)

**SARS-COV-2** - O MODELO TEM 150 MM DE ALTURA E 150 MM DE DIÂMETRO. A IMPRESSÃO DUROU 38 HORAS E 13 MINUTOS E CONSUMIU 204 GRAMAS DE MATERIAL. O CUSTO APROXIMADO DE IMPRESSÃO DESSE MODELO É DE R\$ 20,40. **LINK PARA DOWNLOAD:** [SPLIT.TO/OF3QOQ9](https://split.to/of3qoq9)



**MOZAICO DO TABACO** - O MODELO COMPLETO TEM 123,5 MM DE ALTURA E 58 MM DE DIÂMETRO. A IMPRESSÃO DAS DUAS PARTES DUROU AO TODO 13 HORAS E 45 MINUTOS E CONSUMIU 84 GRAMAS DE MATERIAIS. O CUSTO APROXIMADO DE IMPRESSÃO DESSE MODELO É DE R\$ 8,40. **LINK PARA DOWNLOAD:** [SPLIT.TO/HBGOZTT](https://split.to/hbgoztt)

**APÊNDICE C** - Guia para a aplicação de uma sequência didática sobre o sistema virologia para alunos com dificuldade de aprendizado

## GUIA PARA A APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INCLUSIVA SOBRE VIROLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

**MESTRANDA: DEBORAH SENRA AMADO**  
**ORIENTADOR: LÚCIO PAULO MACHADO**



**PROFBIO**  
 Mestrado Profissional  
 em Ensino de Biologia



**OS ALUNOS COM DIFICULDADE DE APRENDIZADO OU COM NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECÍFICAS (NEE) TÊM BAIXO PODER DE CONCENTRAÇÃO E POUCA CAPACIDADE DE REPRESENTAÇÕES MENTAIS. REPRESENTAÇÕES CONCRETAS, PODEM AJUDAR NA ASSIMILAÇÃO DE CONTEÚDOS MUITO ABSTRATOS, FACILITANDO A APRENDIZAGEM DA INFORMAÇÃO POR ESSES ALUNOS**

**AS POLÍTICAS EDUCACIONAIS DE INCLUSÃO TÊM IMPLICADO NA REESTRUTURAÇÃO DE ESCOLAS DE ENSINO REGULAR COM A FORMAÇÃO DE TURMAS MISTAS, NAS QUAIS APRENDEM JUNTOS ALUNOS COM E SEM NECESSIDADES ESPECIAIS**

**DENTRO DA POLÍTICA DE INCLUSÃO DAS ESCOLAS MUITAS VEZES A APRENDIZAGEM NÃO CONSEGUE SER TRANSMITIDA PORQUE FALTAM RECURSOS DIDÁTICOS**

**A UTILIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS CONSTRUÍDOS A PARTIR DE IMPRESSORAS 3D TEM DUPLA FUNÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM, UMA É CONSTRUÇÃO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS SUPERIORES, A OUTRA É A PARTICIPAÇÃO ATIVA DOS ALUNOS POR SE TRATAR DE UM MATERIAL LÚDICO**

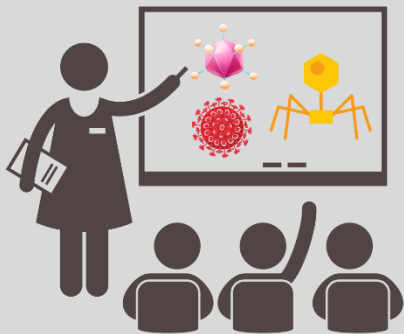
**A SEQUENCIA DIDÁTICA REPRESENTA UMA SÉRIE DE ATIVIDADES DISPOSTAS EM UMA DETERMINADA ORDEM ARTICULADA QUE CONSOLIDAM O CONHECIMENTO. O OBJETIVO QUE SE PRETENDE ALCANÇAR AQUI É UM MELHOR ENTENDIMENTO DAS ESTRUTURAS VIRAIS, COMO SÃO ORGANIZADOS, SUAS PARTES EXTERNAS, SEUS MECANISMOS DE AÇÃO, REPRODUÇÃO E TRANSMISSÃO.**

## RESUMO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### MOMENTO 1 – DURAÇÃO: 2 TEMPOS (1 HORA E 20 MINUTOS)

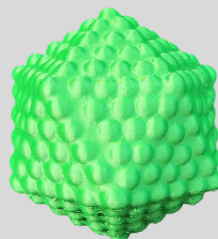
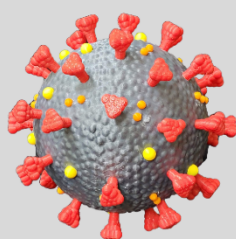
DURANTE TODA A SEQUENCIA DIDÁTICA O PROFESSOR CONTA RÁ COM A AJUDAR DO MEDIADOR ESCOLAR/APOIO PEDAGÓGICO PARA AUXILIAR OS ALUNOS COM NEE.

**ATIVIDADE 1** - O PROFESSOR FARÁ UMA INVESTIGAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS E DAS PERCEPÇÕES E DOMÍNIO DO TEMA UTILIZANDO COMO INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO UMA ATIVIDADE DENOMINADA DE ATIVIDADE DE LIVRE ASSOCIAÇÃO (ALA)



**ATIVIDADE 2** - APÓS A DINÂMICA, SUGERE-SE UMA AULA EXPOSITIVA E DIALÓGICA, ABORDANDO ASPECTOS COMO: ESTRUTURA GERAL DOS VÍRUS, SUAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E MORFOLÓGICAS, REPRODUÇÃO, DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS, DEFESAS CONTRA OS VÍRUS, MEDIDAS PREVENTIVAS

NESTE MOMENTO OS MODELOS EM 3D PODEM SER UTILIZADOS PELO PROFESSOR PARA FACILITAR A VISUALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS VIRAIS, SUAS DIFERENÇAS ESTRUTURAIS E SUAS NOMENCLATURAS, APRESENTANDO OS MODELOS VIRAIS DO SARS-COV2, ADENOVÍRUS, BACTERIÓFAGO E DO MOSAICO DO TABACO, CHAMANDO ATENÇÃO PARA AS DIFERENTES FORMAS ( HELICOIDAL, ECOSAÉDRICA, ESFÉRICA E COMPLEXA) E CHAMANDO A ATENÇÃO PARA A “MUTAÇÃO” DOS DOIS MODELOS DA COVID.



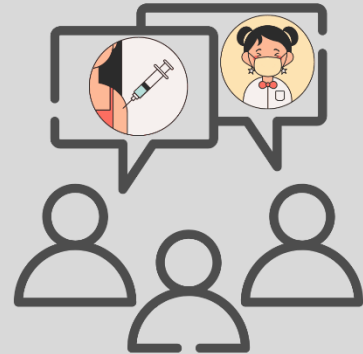
**ATIVIDADE 3** - AO TÉRMINO DO SEGUNDO TEMPO DE AULA DESTE PRIMEIRO MOMENTO, OS ALUNOS DEVERÃO LEVAR PARA CASA UMA ATIVIDADE COM METODOLOGIA ATIVA DE CUNHO INVESTIGATIVO. O PROFESSOR IRÁ SOLICITAR QUE OS ALUNOS BAIXEM O JOGO PLAGUE INC EM SEUS CELULARES (GRATUITO PARA ANDROID, PAGO PARA IPHONE) OU COMPUTADOR, XBOX, PS4 (PAGO).



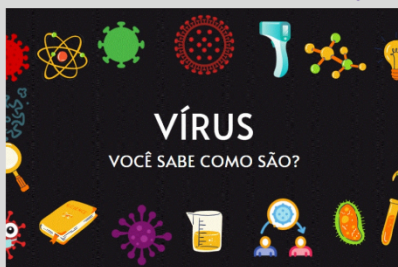


## MOMENTO 2 – DURAÇÃO: 2 TEMPOS (1 HORA E 20 MINUTOS)

**ATIVIDADE 1** - OS DISCENTES INICIARÃO A AULA COMENTANDO SOBRE O JOGO PLAGUE, DEBATENDO E DISCUTINDO SOBRE AS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NO JOGO E OS FATORES QUE FACILITARAM OU DIFICULTARAM A PROLIFERAÇÃO DA DOENÇA. A PARTIR DAI O PROFESSOR DEVE CONDUZIR A AULA PARA MAIORES EXPLICAÇÕES SOBRE MEDIDAS PREVENTIVAS E DE DEFESAS CONTRA OS VÍRUS, ALÉM DE RELACIONAR ALGUMAS PALAVRAS COLOCADAS NO PAPEL COM O JOGO E COM A AULA EXPOSITIVA



# Kahoot!



**ATIVIDADE 2** - NO SEGUNDO TEMPO DE AULA DESTES SEGUNDO MOMENTO (OS 30 MINUTOS FINAIS) UMA ATIVIDADE INTERATIVA E DINÂMICA ATRAVÉS DE UM JOGO CHAMADO KAHOOT QUE PODERÁ SER FEITA, TANTO ATRAVÉS DO CELULAR DO PROFESSOR, QUANTO PELO COMPUTADOR DA ESCOLA E TAMBÉM JOGADO ATRAVÉS DOS CELULARES DOS ALUNOS -  
[HTTPS://CREATE.KAHOOT.IT/SHARE/VIROLOGIA-INCLUSIVA-PARA-ENSINO-MEDIO/84B6515A-1E73-4CB1-929F-25A05AF62DAA](https://create.kahoot.it/share/virologia-inclusiva-para-ensino-medio/84b6515a-1e73-4cb1-929f-25a05af62daa)

**ATIVIDADE 3** - COMO FORMA DE FINALIZAR A SEQUENCIA DIDÁTICA RETORNAREMOS AO ALA PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM.



## RESUMO DAS ATIVIDADES

	Atividade	Materiais Utilizados	Tempo	Objetivos
Momento 1	ALA	Cartelas, folhas	10 minutos	Identificar conhecimentos prévios
	AULA EXPOSITIVA	Quadro Branco	50 minutos	Relacionar conhecimentos prévios com conteúdo.
	PLAGUE	Celular	20 minutos Explicação	Aprender estratégias de disseminação de doenças, relação de sintomas, vacinas, metodologias preventivas.
Momento 2	DEBATE	Quadro Branco	40 minutos	Levantamento das hipóteses dos alunos
	KAHOOT	Celular, computador	30 minutos	Revisão dos conceitos importantes e na avaliação de conteúdos já desenvolvidos
	ALA	Cartelas, folhas	10 minutos	Verificação da aprendizagem

## AGRADECIMENTO

O PRESENTE TRABALHO FOI REALIZADO COM APOIO DA COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - BRASIL (CAPES) - CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001.

## ANEXO - Parecer do comitê de ética

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Desenvolvimento de um material didático inclusivo sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio

**Pesquisador:** DEBORAH SENRA AMADO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 42548621.9.0000.5282

**Instituição Proponente:** Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.594.719

**Apresentação do Projeto:**

Os alunos com dificuldade de aprendizado ou com necessidades educacionais específicas (NEE) têm baixo poder de concentração e pouca capacidade de representações mentais. Representações concretas, como as utilizadas em matemática, podem ajudar na assimilação de conteúdos muito abstratos, facilitando a aprendizagem da informação por esses alunos. O objetivo do presente estudo é tornar o ensino de virologia mais expressivo através da construção de modelos didáticos em 3D. Por se tratar de um tema complexo, dificultado pelas dimensões microscópicas e pela necessidade de abstração, muitos alunos não conseguem compreender a importância do tema para saúde coletiva, conscientização de hábitos de higiene e medidas preventivas. Os alunos com dificuldade, ou deficiência intelectual, serão o ponto de partida para a construção de modelos tridimensionais para se ensinar alguns aspectos importantes relativos a este conteúdo. Para isso, faremos um levantamento bibliográfico qualitativo e quantitativo sobre a educação especial no Brasil e quais as metodologias mais eficazes aplicadas para este público, assim como as principais dificuldades encontradas pelos professores para ensinar este conteúdo e pelos alunos para aprender. Espera-se que no final tenhamos um modelo tridimensional capaz de contribuir para a prática do professor e para a aprendizagem dos alunos com dificuldade de compreensão sobre o conteúdo de virologia.

**Metodologia Proposta:** 1 O presente trabalho tem como proposta desenvolver um produto que

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ªand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.594.719

possa apresentar de maneira mais concreta e visual o conteúdo de virologia dado no ensino médio para alunos com dificuldade de aprendizado e/ou alunos com deficiência intelectual. Participarão da pesquisa 60 alunos do 1º e do 2º ano, do ensino médio da rede regular de ensino da Escola Estadual Antônio Prado Junior. Os alunos estarão diretamente envolvidos na pesquisa-ação, uma vez que os modelos serão pensados de maneira a suprir suas principais dúvidas no conteúdo de virologia. Antes do desenvolvimento das etapas a seguir o projeto será submetido a um comitê de ética. A metodologia a ser usada será desenvolvida em seis etapas e são, assim, caracterizadas: Etapa 1: Levantamento bibliográfico, Etapa 2: Submissão do projeto para análise pela comissão de ética da UERJ através da Plataforma Brasil. Etapa 3: Levantamento das dificuldades encontradas no conteúdo de virologia, Etapa 4: Criação de modelos usando o software online de modelagem 3D chamado Tinkercad, seguida da impressão dos modelos usando-se as impressoras Creality Ender 2, Creality Ender 3 e Tevo Tarantula Pro. Etapa 4: Criação de modelos usando o software online de modelagem 3D chamado Tinkercad, seguida da impressão dos modelos. Etapa 5: Utilização do modelo viral em 3D como método de suporte concreto de ensino aprendizagem. Etapa 6: Criação e aplicação de uma sequência didática, com a utilização dos modelos tridimensionais.

**Objetivo da Pesquisa:**

Desenvolvimento de uma sequência didática que valorize o protagonismo dos alunos do 2º ano do Ensino médio da Rede estadual de ensino do Rio de Janeiro.

**Objetivos Secundários:**

- Fazer um levantamento bibliográfico sobre a educação especial no Brasil e quais as metodologias mais eficazes aplicadas para este público;
- Fazer um levantamento das maiores dificuldades que o professor tem no ensino de virologia;
- Fazer um levantamento das maiores dificuldades e questionamentos dos alunos em relação ao conteúdo de virologia e a partir destas dificuldades tentar propor, juntamente com os alunos, modelos tridimensionais que possam elucidar de maneira prática as dúvidas.
- Propor um material inclusivo feito através das impressoras em 3D que possa tornar o conteúdo de virologia mais interessante e acessível para os alunos.
- Aplicação e validação do material inclusivo com os alunos do ensino médio em associação com uma sequência didática que utilize o ensino por investigação e valorize o protagonismo do aluno na construção do seu conhecimento.

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.594.719

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos a pesquisadora e seu orientador.

**Benefícios:**

O benefício direto relacionado à pesquisa é a oportunidade de aprendizagem com um modelo gerado por impressoras em 3D e o indireto é colaborar para a aplicação de um material didático capaz de contribuir para a prática docente e favorecer o uso de modelos em 3D para o ensino de Biologia.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é importante pois resulta em um produto final de modelos tridimensionais do conteúdo de virologia capaz de contribuir com a prática pedagógica do professor.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Tem carta de anuência assinada pela diretora do Colégio

Apresenta dois questionários adequados para avaliação do guia pelos professores e alunos.

Tem Termo de Assentimento Livre Esclarecido para os alunos menores de 18 anos,

Tem TCLE adequado para alunos maiores

Tem TCLE adequado dos responsáveis.

Tem cronograma para iniciar no meio de 2021.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não há implicações éticas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para março de 2022. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br



Continuação do Parecer: 4.594.719

Tendo em vista a legislação vigente, o CEP recomenda ao(à) Pesquisador(a): Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e/ou no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para análise das mudanças; informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; o comitê de ética solicita a V.S.<sup>a</sup> que encaminhe a esta comissão relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) meses da pesquisa e, ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1689337.pdf	02/03/2021 16:43:52		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.doc	02/03/2021 16:43:30	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCL2.doc	02/03/2021 16:43:00	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
Outros	OUTROS.doc	02/03/2021 16:39:37	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Deborah.doc	02/03/2021 16:26:16	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodetalhado.docx	23/01/2021 20:45:27	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DEBORAH.pdf	23/01/2021 20:43:38	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2_Deborah.doc	23/01/2021 20:42:57	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito
TCLE / Termos de	TCLE1_Deborah.doc	23/01/2021	DEBORAH SENRA	Aceito

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
 Bairro: Maracanã CEP: 20.559-900  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)2334-2180 Fax: (21)2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.594.719

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1_Deborah.doc	20:42:43	AMADO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	23/01/2021 20:42:21	DEBORAH SENRA AMADO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 16 de Março de 2021

---

**Assinado por:**  
**ALBA LUCIA CASTELO BRANCO**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ªand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br