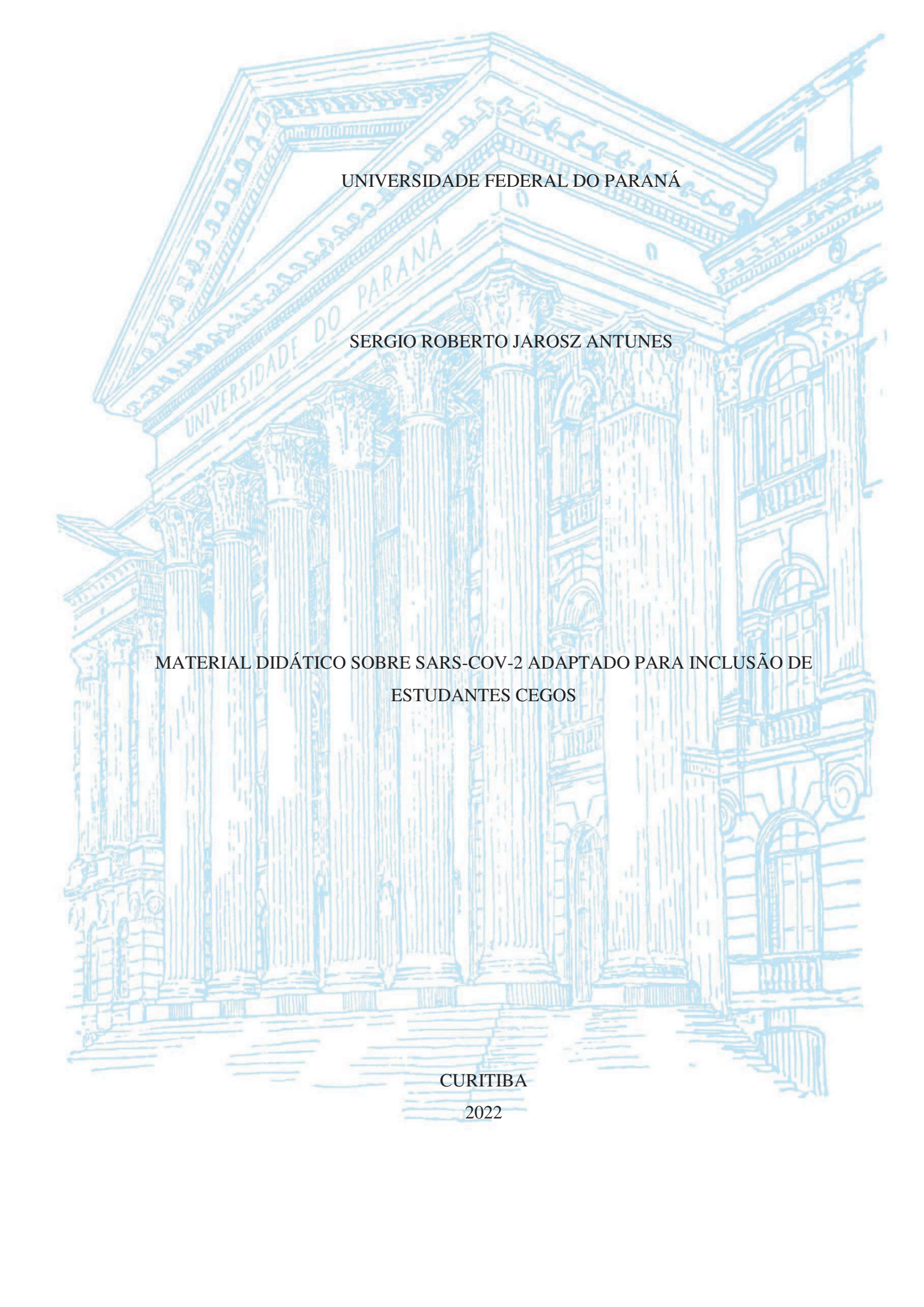




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SERGIO ROBERTO JAROSZ ANTUNES

MATERIAL DIDÁTICO SOBRE SARS-COV-2 ADAPTADO PARA INCLUSÃO DE  
ESTUDANTES CEGOS

CURITIBA

2022

SERGIO ROBERTO JAROSZ ANTUNES

MATERIAL DIDÁTICO SOBRE SARS-COV-2 ADAPTADO PARA INCLUSÃO DE  
ESTUDANTES CEGOS

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ensino de  
Biologia, no Curso de Pós-Graduação Mestrado  
Profissional em Ensino de Biologia em Rede  
Nacional - PROFBIO, Setor de Ciências  
Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Fernanda Pioli  
Torres

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janete Dubiaski da  
Silva

Área de Concentração: Ensino em Biologia

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Antunes, Sergio Roberto Jarosz.

Material didático sobre SARS-COV-2 adaptado para estudantes cegos. / Sergio Roberto Jarosz Antunes. – Curitiba, 2022.  
1 recurso on-line : PDF.

Orientadora: Maria Fernanda Pioli Torres.  
Coorientadora: Janete Dubiaski da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. SARS-CoV-2. 2. Coronavírus. 3. Impressão tridimensional. 4. Biologia – Estudo e ensino. 5. Baixa visão. 6. Inclusão educacional. 7. Cegos – Educação. I. Título. II. Torres, Maria Fernanda Pioli. III. Silva, Janete Dubiaski da. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

Bibliotecária: Rosilei Vilas Boas CRB-9/939



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE  
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **SERGIO ROBERTO JAROSZ ANTUNES** intitulada: **MATERIAL DIDÁTICO SOBRE SARS-COV-2 ADAPTADO PARA ESTUDANTES CEGOS**, sob orientação da Profa. Dra. MARIA FERNANDA PIOLI TORRES, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Agosto de 2022.

Assinatura Eletrônica

21/11/2022 09:21:41.0

MARIA FERNANDA PIOLI TORRES

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

24/11/2022 10:30:05.0

EDISON LUIZ PRISCO FARIAS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

17/11/2022 15:36:29.0

FLÁVIA SANT'ANNA RIOS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho aos estudantes privados de visão que estão em nossas instituições de ensino, escolas e universidades, mostrando que o desenvolvimento acadêmico deve ser compreendido como um direito de todos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus familiares pelo apoio em todos os momentos. Sou grato à minha esposa Francine Rocha e minha filha Helena Rocha Jarosz Antunes pelo incentivo e compreensão diante dos compromissos acadêmicos que firmei neste Mestrado Profissional. Digo isso porque a empreitada acadêmica nos demanda tempo e sem dúvida trata-se de momentos em que nos privamos do convívio familiar.

Dedico um agradecimento especial à professora Maria Fernanda Pioli Torres que foi minha orientadora neste Mestrado. Tivemos uma relação de muito trabalho, produção sempre de forma amistosa e compreensiva. Suas ideias criativas, seu conhecimento sobre modelos didáticos e pesquisa acadêmica nos levaram a vislumbrar possibilidades muito além dos modestos objetivos iniciais de nosso trabalho, vindo a se concretizar como uma ampla pesquisa sobre inclusão de estudantes cegos. Seu auxílio e profundo conhecimento em técnicas de modelagem 3D e impressão 3D garantiram todo o suporte técnico que nos possibilitou a construção dos modelos didáticos do Sars-Cov-2, e demais materiais adaptados.

Agradeço à minha co-orientadora professora Janete Dubiaski Silva pelo seu empenho em trazer contribuições no âmbito pedagógico, destacando aspectos do Ensino Investigativo, Letramento Científico, inclusão e Aprendizagem Significativa, sem o que seria impossível arcar com os elementos teóricos e conceituais que norteiam este trabalho.

Agradeço a todos os colegas do PROFBIO e em especial aos meus companheiros de equipe Jefferson Farias de Cristo, Eugênio Lyznik Junior, Lillian de Oliveira e Christiane Rosa. Foram muitas tarefas e trabalhos feitos em harmonia e cooperação.

Agradeço aos professores do Mestrado em Ensino de Biologia PROFBIO, do Setor de Ciências Biológicas da UFPR que lecionaram com muita competência e talento as aulas das disciplinas deste prestigiado curso.

Agradeço ao Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), pelo auxílio na impressão do modelo 3D do SARS-CoV-2.

Agradeço ao apoio e toda dedicação da Coordenação do PROFBIO da UFPR, em especial à coordenadora da atual gestão, a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariana Piemonte.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Fernanda Pioli Torres e co-orientação da Profa. Dra. Janete Dubiaski Silva e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“Estamos a destruir o planeta e o egoísmo de cada geração não se preocupa em perguntar como é que vão viver os que virão depois. A única coisa que importa é o triunfo do agora. É a isto que eu chamo a cegueira da razão”.

(José Saramago)

## RELATO DO MESTRANDO



**Instituição: Universidade Federal do Paraná**

**Mestrando: Sergio Roberto Jarosz Antunes**

**Título do TCM: MATERIAL DIDÁTICO SOBRE SARS-COV-2 ADAPTADO PARA INCLUSÃO DE ESTUDANTES CEGOS**

**Data de defesa: 30/ 08 /2022**

A minha experiência no mestrado PROFBIO foi de grande crescimento pessoal e profissional. Soube da oferta do curso pela UFPR através de redes sociais e tomei a decisão de me inscrever para o certame. Fiz a prova e passei, o que me encheu de orgulho e satisfação. Afinal, trata-se de um dos cursos mais conceituados e bem avaliados na área de ensino de Biologia.

Por conta da pandemia de COVID-19, nos anos de 2020 e 2021 nossas aulas foram remotas. Entretanto, isso não representou prejuízos significativos na qualidade do curso graças à imensa dedicação de nossos docentes, que assim como nós, professores da Rede Pública de Ensino, tiveram que se adaptar às novas condições de trabalho.

Houve uma intensa troca de saberes, de aprofundamento em temas importantes da Biologia, e principalmente a experiência de pesquisa acadêmica. Muitas avaliações e provas, que se por um lado representam momentos de enfrentamento e inquietação, por outro também foram experiências de superação e de autoconhecimento. Com esta passagem pela vida acadêmica, nos vemos diante de nossas potencialidades e limitações e, conseqüentemente, passamos a vislumbrar um conjunto de novas perspectivas. É necessário aceitar novos desafios na vida.

O desenvolvimento do Projeto de Pesquisa e posteriormente do TCM, representaram para mim a possibilidade de contribuir para a construção do conhecimento na área da Educação Inclusiva, que necessita mais do que nunca de desenvolvimento metodológico e estudos. O ensino de Biologia voltado para cegos, que norteou todo este trabalho é fascinante e remete a uma tarefa muito importante que é a promoção da igualdade nas instituições de ensino, permitindo a estudantes privados de visão condições de desenvolverem seus estudos e sua formação.

## RESUMO

A Biologia é uma disciplina que deve ser guiada pela alfabetização científica e pelo ensino investigativo de modo a promover aprendizagem significativa. Deve considerar também a inclusão de alunos que apresentem limitações sensoriais e motoras. Neste contexto, são necessárias novas metodologias que adaptem as narrativas para sujeitos privados da visão. O presente trabalho propõe uma Sequência Didática (SD) sobre o novo coronavírus (SARS-CoV-2) e a COVID-19 baseada nos princípios do ensino investigativo e inclusivo de alunos cegos empregando recursos didáticos adaptados. Além da sua relevância curricular, a temática escolhida é atual e de grande importância para a saúde pública. A estratégia pedagógica envolveu o desenvolvimento de um modelo tridimensional (3D) do microrganismo produzido por tecnologias de modelagem e impressão 3D. Associado ao modelo 3D, foram produzidos áudios com informações complementares sobre o vírus, a doença, formas de transmissão e prevenção. O modelo reproduziu as principais características do vírus, foi impresso por tecnologia de deposição e fusão em impressora Ender 5 Pro com peças encaixáveis, cujo objetivo foi estimular a percepção tátil e o reconhecimento dos componentes virais e suas características. Os áudios contemplaram a proposta inclusiva, fornecendo uma narrativa sobre as características do vírus, processo de infecção e medidas preventivas da COVID-19. O desenvolvimento deste estudo resultou na produção de uma SD com elementos de ensino por investigação e letramento científico além de práticas inclusivas. Concluiu-se que a SD permitiu estabelecer metodologias investigativas e inclusivas pelo uso de material tátil tridimensional e áudios com características que buscam favorecer a compreensão da temática tanto para estudantes cegos quanto videntes.

Palavras-chave: alfabetização científica; biologia; baixa visão; coronavírus; inclusão educacional; impressão tridimensional.

## **ABSTRACT**

Biology is a discipline that must be guided by scientific literacy and investigative teaching to promote meaningful learning. It should also consider the inclusion of students who have sensory and motor limitations. In this context, new methodologies are needed that adapt the narratives to subjects deprived of sight. The present work proposes a Didactic Sequence (DS) on the new coronavirus (SARS-CoV-2) and COVID-19 based on the principles of investigative and inclusive teaching of blind students using adapted teaching resources. In addition to its curricular relevance, the chosen theme is current and of great importance for public health. The pedagogical strategy involved the development of a three-dimensional (3D) model of the microorganism produced by 3D modeling and printing technologies. Associated with the 3D model, audios were produced with complementary information about the virus, the disease, forms of transmission, and prevention. The model reproduced the main characteristics of the virus and was printed using deposition and fusion technology on an Ender 5 Pro printer with snap-in parts whose objective was to stimulate tactile perception and recognition of viral components and their characteristics. The audios contemplated the inclusive proposal providing a narrative about the characteristics of the virus, the infection process, and preventive measures of COVID-19. The development of this study resulted in the production of an SD with elements of teaching by investigation and scientific literacy in addition to inclusive practices. It was concluded that the SD allowed the establishment of investigative and inclusive methodologies through the use of three-dimensional tactile material and audio with characteristics that seek to favor the understanding of the theme for both blinds and sighted students.

**Keywords:** scientific literacy; biology; low vision; coronavirus; educational inclusion; three-dimensional printing.

## LISTA DE FIGURAS

|                   |                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA - 1</b> | Estrutura do vírion (A).....                                                                                                                                                                                    | 23 |
| <b>FIGURA - 2</b> | Interface do <i>Software</i> Solidworks. (A) Semiesfera com par<br>roscado. (B) Modelo para representação da proteína S do<br>SARS-CoV-2.....                                                                   | 23 |
| <b>FIGURA - 3</b> | Interface do Programa Meshmixer 3.0 da Autodesk® Inc.<br>Com as semiesferas sobre as quais foram criadas elevações<br>para representação das Proteínas E e M e perfuração para<br>encaixes das proteínas S..... | 24 |
| <b>FIGURA - 4</b> | Interface do Programa Meshmixer 3.0 da Autodesk® Inc.<br>com as dimensões da espiral (A) e a peça com encaixe (B) que<br>representam o capsídeo que contém o RNA e a proteína S,<br>respectivamente.....        | 25 |
| <b>FIGURA - 5</b> | Interface do <i>software</i> Audacity 3.1 ® apresentando a<br>mixagem da narrativa com música de fundo.....                                                                                                     | 27 |
| <b>FIGURA - 6</b> | Interface do programa Meshmixer 3.0 com as proteínas S<br>posicionadas nas semiesferas formando o invólucro viral e<br>espiral que representa o capsídeo.....                                                   | 28 |
| <b>FIGURA - 7</b> | Modelo 3D do coronavírus impresso em ácido polilático<br>(PLA).....                                                                                                                                             | 45 |
| <b>FIGURA - 8</b> | Componentes do SARS-CoV-2 indicados com setas no<br>modelo 3D: envelope Viral, nº 1; proteínas Spike, nº 2;<br>capsídeo com RNA, nº3.....                                                                       | 46 |
| <b>FIGURA - 9</b> | Componentes do SARS-CoV-2 indicados com setas no<br>modelo 3D: proteína “E”, nº 1 e proteína “M” nº 2.....                                                                                                      | 46 |

## LISTA DE TABELAS

|                   |                                                                   |    |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABELA 1 -</b> | Parâmetros de impressão das semiesferas em PLA.....               | 25 |
| <b>TABELA 2 -</b> | Parâmetros de impressão das proteínas S e do capsídeo em TPU..... | 25 |

## SUMÁRIO

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1- INTRODUÇÃO.....                                                    | 14 |
| 1.2. OBJETIVOS.....                                                   | 19 |
| 1.2.1. Objetivo Geral.....                                            | 19 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos.....                                     | 19 |
| 1.3. JUSTIFICATIVA.....                                               | 20 |
| 2- METODOLOGIA.....                                                   | 21 |
| 2.1. Elaboração da Sequência Didática.....                            | 21 |
| 2.2. Modelagem e impressão 3D.....                                    | 22 |
| 2.3. Textos para os áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19..... | 26 |
| 2.4. Áudios didáticos sobre Sars-Cov-2 e COVID-19.....                | 26 |
| 3- RESULTADOS.....                                                    | 27 |
| 3.1. Sequência Didática.....                                          | 27 |
| 3.2. Modelo 3D do Sars-CoV-2.....                                     | 45 |
| 3.3. Textos para os áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19..... | 46 |
| 3.4. Áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19.....                | 47 |
| 4- DISCUSSÃO.....                                                     | 47 |
| 5- CONCLUSÃO.....                                                     | 54 |
| 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                          | 55 |
| REFERÊNCIAS .....                                                     | 56 |

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia na educação básica enfrenta muitos desafios. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), trata-se de uma disciplina que deve ser guiada pelos princípios do ensino por investigação e da alfabetização científica. Esta perspectiva se caracteriza por proporcionar ao processo de ensino-aprendizagem avanços na construção de novos conhecimentos mais significativos para o estudante, consolidados em suas estruturas cognitivas e que passam a fazer parte de sua vida. Tais mudanças podem contribuir para um processo mais significativo de aprendizagem (PELIZZARI *et al.*, 2002). Esta mudança de paradigma se contrapõe ao ensino tradicional calcado em meras exposições e memorização, centrado na concepção de que o aluno é apenas um receptáculo passivo de informações. Além desta reflexão sobre aspectos metodológicos e didáticos do ensino de Biologia como um todo, é preciso considerar a inclusão de pessoas com deficiência visual num contexto que vai além de proporcionar adaptações, mas que também permita a elas a experiência investigativa e significativa de aprendizagem.

O ensino das Ciências da Natureza passa por mudanças nas suas metodologias, no sentido de proporcionar aos estudantes a experiência de questionar, discutir, resolver problemas, coletar dados e explicar suas conclusões. O ensino investigativo surge como uma abordagem que envolve um conjunto de práticas educativas que respeitam um certo ordenamento, pressupondo etapas. Num primeiro momento, é feita a proposição de um problema que preferencialmente é explorado pelos estudantes em grupos onde o docente cria um espaço de discussão e levantamento de hipóteses. Num segundo momento, os estudantes atuam na resolução da situação problema oferecida. O terceiro momento caracteriza-se pela sistematização dos conhecimentos, com leitura de pesquisas e artigos relacionados com a temática. Aqui os estudantes dedicam-se a discutir suas hipóteses a partir de um embasamento teórico. Por fim, no quarto estágio do processo é feita a conclusão com elaboração e apresentação dos resultados (CARVALHO, 2013). A proposta de avanço rumo a metodologias que facilitem e promovam o ensino investigativo deve estar afinada com a perspectiva da inclusão de alunos que apresentem limitações sensoriais. Contudo, esta tarefa implica em uma reflexão mais apurada sobre as características dos materiais didáticos e metodologias empregadas em sala de aula.

A grande maioria dos materiais didáticos estão caracterizados pelo predomínio das narrativas visuais com esquemas descritivos, desenhos, gráficos, recursos audiovisuais e

comparações de dimensões. Isso dificulta o acesso aos conteúdos por parte dos estudantes cegos. É importante que este questionamento sobre a condição dos cegos esteja presente no campo de atuação dos docentes interessados em avançar nas metodologias e concepções de educação (PELIZZARI *et al.* 2002).. É preciso desenvolver materiais didáticos e metodologias que adaptem as narrativas para um sujeito privado da visão, de modo a estimular a participação e a construção do significado.

Metodologias que promovam a participação ativa dos estudantes estimulam a construção de significado para o conhecimento que se deseja firmar, enriquecendo a estrutura cognitiva e consolidando os conhecimentos de forma permanente. Os sujeitos que apresentam falta de visão total ou parcial necessitariam de adaptações para que este objetivo seja alcançado (PELIZZARI *et al.*, 2002). A afirmação dos autores remete à necessidade de estimular a participação e a construção de conhecimento significativo em um contexto de inclusão.

É importante entender os conceitos de cegueira e de baixa visão para se avançar neste debate sobre inclusão e metodologias adaptadas. Em relação à falta de visão total ou parcial, as limitações visuais são classificadas de acordo com o grau de gravidade pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1990) e Conselho Internacional de Educação de Pessoas com Deficiência (ICEVI) em:

- Cegueira: é a perda total da visão ou da percepção luminosa nos olhos.
- Baixa Visão: refere-se ao comprometimento da visão em ambos os olhos que, mesmo diante de tratamentos ou correção de erros refracionais comuns, interfere no processo de execução de tarefas visuais.

Na cegueira, a perda total da visão exige, entre outras coisas, o aprendizado da linguagem do Sistema Braille, bastante útil para a leitura e escrita, além de recursos didáticos que privilegiam o tato e a audição. No caso da baixa visão, as adaptações dependem do grau de comprometimento, sendo assim, a intervenção de especialistas e o diagnóstico da limitação exigem a intervenção do docente para reorganizar o ambiente, inspecionar a utilização de tratamentos de correção (óculos e lentes) e proporcionar recursos que permitam algum avanço na percepção visual, como ampliação de letreiros e iluminação do ambiente (SANTOS, 2008).

Dessa forma, a inclusão escolar envolve proporcionar ferramentas e mecanismos para que ocorra aprendizado, aquisição de novos conhecimentos, desenvolvimento de competências e habilidades independentemente da condição especial do educando, sejam elas sociais, emocionais, físicas ou intelectuais Este princípio está presente no artigo 208 da Constituição Brasileira de 1998: “É dever do Estado o: atendimento educacional especializado aos

portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino”. Neste sentido, o acesso e a permanência de estudantes com necessidades educacionais especiais no ensino regular são fundamentais para sua aprendizagem e isso envolve também sua participação ativa nos ambientes de inserção. Trata-se de um direito assegurado na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Estatuto da Pessoa com Deficiência e na Lei Nº 13.146/2015 (DUPIN, 2020). Cabe ainda lembrar que a Declaração de Salamanca é um documento que reforça o direito à educação de todos os indivíduos, independentemente das diferenças individuais, conforme a Declaração Universal dos Direitos do Homem de 1948 e a Conferência Mundial sobre a Educação para Todos de 1990 (UNESCO, 1994). Assim, de forma geral, a legislação vigente visa a inclusão, sendo que todos os envolvidos, sejam eles educadores, pais ou a sociedade, têm a responsabilidade de atuar para romper barreiras e promover o diálogo sobre essa temática. É importante destacar que a inclusão do deficiente visual no âmbito escolar possui aspectos muito particulares que precisam ser observados.

As metodologias e práticas no ambiente escolar devem ser pautadas em constantes diálogos com o estudante, fazendo-se uso frequente da fala e explorando sempre as potencialidades descritivas e operacionais da linguagem verbal. Deve-se evitar expor diferenças entre os alunos videntes e os alunos cegos e, ao mesmo tempo, não ter receio de utilizar expressões que tratem da falta de visão. Não tratar o aluno incluso de forma diferenciada, evitando elogios em excesso nas demonstrações de bom desempenho do mesmo. Numa sala de aula com cegos é recomendável evitar gesticular ou apontar coisas no quadro-negro, sem se referir ou fazer a descrição verbal pormenorizada daquilo que se está mostrando (BRASIL, 2007).

Outro aspecto importante da inclusão de estudantes cegos é a necessidade de existência de uma sala de recursos, que deve estar suprida de materiais e equipamentos que facilitem o aprendizado dos alunos com deficiência visual. A sala de recursos deve contar com um professor especialista, com formação em Educação Especial e que conheça o uso do Sistema Braille e demais instrumentos especializados para leitura e escrita desta modalidade de ensino, como regletes e impressoras Braille (BRASIL, 2001).

Surge então como um problema para os docentes de Biologia, inseridos numa perspectiva de ensino especial voltado para alunos cegos ou com baixa visão: como avançar na transposição dos limites impostos por uma didática que se caracteriza pelo uso de esquemas visuais que privilegiam o uso de imagens (fotos, desenhos, esquemas) e texto escrito, para outras metodologias que apresentem possibilidades de exploração de outros sentidos como o

tato e a audição? Além disso, conforme já discutido nesse texto, há ao mesmo tempo o desafio de elaborar estratégias para despertar o interesse pela Biologia e ainda apresentar elementos do ensino por investigação. Trata-se aqui da questão de assumir a necessidade de um processo de inclusão escolar, visando ampliar a aprendizagem e a inserção social, que deve ser parte de um todo que compreende também o desenvolvimento de habilidades sociais e espaços de convivência (GLAT, BLANCO, 2007). É importante lembrar que VYGOTSKY (1994) afirmava que mais do que uma mera ausência de visão, a cegueira é um problema social e psicológico ressaltando que a criança cega pode desenvolver as mesmas habilidades de uma criança 'normal' por meio de estratégias diferentes.

Refletindo-se sobre essas estratégias, é necessário ressaltar que o uso do sentido do tato para pessoas cegas ou com baixa visão é um importante mecanismo adaptativo: o tato permite o conhecimento através de características como textura, formato e temperatura, sendo bastante útil para objetos de pequeno porte e menos eficiente para objetos de grandes dimensões. Utilizar recursos como maquetes e outros materiais que possam ser tocados permite a vinculação de significado às representações táteis (CAMARGO *et al.*, 2008).

Nesse contexto, o uso de modelos tridimensionais no ensino de temas complexos como biomoléculas e citologia comprovou a importância deles para a compreensão dos conteúdos por dois estudantes cegos utilizando materiais alternativos e de baixo custo (FREITAS, 2006).

Deve-se entender que um modelo didático reproduz aspectos de um processo ou objeto de forma concreta e esquemática e que funciona como uma estrutura de caráter representativo para facilitar a aquisição de um determinado conhecimento. Trata-se de um recurso que integra a realidade e o pensamento do docente favorecendo a fundamentação e o desenvolvimento da prática pedagógica (CHROBACK, 2006). Dependendo das características deste material didático, será possível a sua utilização na abordagem dos conteúdos tanto para estudantes cegos quanto videntes, sendo assim um recurso que atende aos propósitos de um processo inclusivo.

A aprendizagem significativa deve estar presente ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, tanto dos estudantes cegos quanto dos que apresentam visão intacta. Esta teoria envolve considerações importantes sobre a atribuição de sentido e significado aos conhecimentos de forma contextualizada (SANTOS, 2008).

O planejamento das atividades deve considerar a existência de ideias prévias dos estudantes sobre a temática, sejam elas calcadas em um modelo científico ou não. Essas concepções prévias funcionam como o substrato para que novos conhecimentos, fundamentados na pesquisa científica, possam ser integrados aos esquemas cognitivos dos

alunos. Assim, a construção do conhecimento assume caráter relevante e significativo (OLIVEIRA, 2005). De acordo com SANTOS (2008), a aprendizagem significativa remete à contextualização, compreensão, argumentação, discussão e transformação da realidade. Nesta concepção de aprendizado, situações concretas que fazem parte da vida do estudante, que instigam a curiosidade, o interesse e que se mostram como um problema a ser solucionado, atuarão como elemento pertinente na sua relação com o objeto de estudo. Há necessidade de se relacionar os conteúdos novos com ideias que tenham relevância e que já fazem parte das estruturas cognitivas dos estudantes e que funcionariam como “âncoras” ou subsunçores (AUSUBEL, 1968 apud BARROS, 1990<sup>1</sup>).

O desenvolvimento das atividades pautadas pela concepção de aprendizagem significativa compreende a necessidade de explorar o contexto do educando, suas experiências, suas vivências e conhecimentos prévios. Dessa forma, a temática escolhida para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de mestrado foi o estudo do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e da doença provocada por ele no hospedeiro humano, a COVID-19. Esse tema foi escolhido por se tratar de uma problemática que vai além do contexto da sala de aula física ou virtual e permeia a realidade concreta do dia a dia do estudante, de seus familiares e amigos. Fazendo parte de um debate cotidiano, este assunto foi considerado propício para estimular questionamento, problematizações e levantamento de hipóteses. O contexto da pandemia e o risco de contaminação pelo SARS-CoV-2 favorecem que o educando explore as suas experiências, vivências e conhecimentos prévios reconsiderando hábitos e atitudes.

Neste sentido, a produção dos materiais físico e de áudio inseridos dentro das estratégias de ensino desta proposta, pretende desenvolver no estudante cego habilidades para identificar temáticas de cunho científico que estão latentes, compreendê-las e tomar decisões diante das questões científicas e tecnológicas que se impõem no cotidiano. Para tanto, serão estimulados questionamento, elaboração de hipóteses, pesquisa de material bibliográfico, sistematização dos conhecimentos obtidos e apresentação dos resultados, na perspectiva do ensino por investigação. Com isso, pretende-se contribuir para o letramento científico, ou seja, auxiliar na compreensão de conceitos científicos, bem como na capacidade de aplicar esses conceitos em uma epistemologia científica além de permitir que o estudante reconheça e comunique questões que podem ser investigadas cientificamente sabendo o que está implicado nessas investigações.

---

<sup>1</sup> AUSUBEL D. P. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning: An Introduction to School Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963. 255 p.

É importante destacar, também, que o ensino por investigação e o letramento científico norteiam o ensino de Ciências da Natureza na proposta da BNCC (BRASIL, 2017).

A complexidade do tema e das práticas necessárias para abordá-lo necessitam do desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD). Trata-se aqui de um conjunto coeso de procedimentos pedagógicos, intervenções e estratégias previamente planejadas pelo docente, respeitando-se uma série de etapas visando facilitar a compreensão do tema pelos estudantes (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008). O conceito de Sequência Didática utilizado no Brasil já estava contemplado nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), editados pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC, 1998). Nestes documentos, a SD estava subentendida como "projetos" e "atividades sequenciadas" e seriam levadas a termo apenas no estudo da língua portuguesa. Atualmente seu uso se estende a todas as áreas do conhecimento (MACHADO; CRISTOVÃO, 2006).

Assim, este trabalho propõe uma SD pautada pelos princípios da educação inclusiva, considerando as especificidades do ensino para cegos, propondo a produção e uso de material pedagógico adaptado (tátil e áudio) no ensino de Biologia, dentro de uma perspectiva de letramento científico, através do Ensino por Investigação.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo geral

Propor uma Sequência Didática baseada nos princípios do ensino investigativo que contemple as necessidades especiais de alunos cegos, utilizando como materiais didáticos adaptados um modelo tridimensional de SARS-CoV-2 associado a áudios complementares. Permitir que os estudantes cegos percebessem a estrutura 3D do vírus, tivessem acesso aos textos sobre a doença.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Desenvolver uma Sequência Didática pautada pelo ensino investigativo e alfabetização científica que proporcione um aprendizado mais efetivo e motivador para os estudantes cegos e videntes da disciplina de Biologia.
- Propor atividades que contemplem elementos de inclusão de estudantes cegos visando explorar a capacidade tátil e auditiva.

- Disponibilizar modelos didáticos 3D a todos os estudantes com adaptações criadas, principalmente, para as necessidades dos estudantes cegos.
- Disponibilizar conteúdo textual sobre o tema das aulas da SD adaptado para áudio, a fim de contemplar as necessidades dos alunos cegos, com potencial para serem também utilizados pelos alunos dotados de visão.
- Proporcionar abordagem pedagógica que considere o ensino por investigação, aprendizagem significativa e elementos de inclusão em suas metodologias.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento do presente trabalho justifica-se por ser uma contribuição para a construção do conhecimento na área da educação inclusiva, que ainda carece de desenvolvimento metodológico, ferramentas didáticas mais adequadas e estudos. O ensino de Biologia com adaptações para estudantes cegos ou com baixa visão favorece a promoção da equidade nas instituições de ensino permitindo a estudantes com dificuldade visual melhores condições para desenvolverem seus estudos e concluírem sua formação. Mais do que isso, a inclusão de elementos do ensino por investigação e da alfabetização científica pode proporcionar aos educandos, tanto cegos quanto videntes, uma aprendizagem mais participativa e, conseqüentemente, mais significativa e consolidada.

## 2 METODOLOGIA

Os recursos didáticos adaptados desenvolvidos para a construção da SD foram: modelo tridimensional de SARS-CoV-2; textos para áudios; quatro áudios gravados sobre o tema Coronavírus e COVID-19.

### 2.1. Elaboração da Sequência Didática

A metodologia utilizada considera a produção de uma SD de quatro aulas de 50 minutos para a disciplina de Biologia para o 2º ano do Ensino Médio utilizando metodologias ativas e recursos didáticos táteis e auditivos adaptados para cegos. A elaboração da SD obedeceu às diretrizes de uma metodologia de ensino de Biologia de caráter investigativo com adaptações adequadas ao propósito de atender aos alunos, tanto videntes quanto cegos em um modelo inclusivo e colaborativo de aprendizagem.

Os conteúdos selecionados para a SD dialogaram com os conteúdos do 2º ano do Ensino Médio referentes ao estudo da classificação dos seres vivos, taxonomia, virologia e doenças causadas por vírus. A elaboração deste trabalho foi norteada pelo conteúdo estruturante 1, Mecanismos Biológicos componente das Diretrizes Curriculares Estaduais (DCES), que trata dos mecanismos que explicam os sistemas orgânicos dos seres vivos (PARANÁ, 2008). Outro parâmetro utilizado foi o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná, que contempla a área de conhecimentos intitulada Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, Componente Curricular de Biologia (PARANÁ, 2021). Também está alicerçado na BNCC que estabelece a importância de conhecer e cuidar do próprio corpo e do bem-estar e contempla os princípios básicos do ensino por investigação com ênfase na alfabetização científica (BRASIL, 2018).

A SD produzida apresentou como itens a identificação da disciplina, série, aulas previstas, tema, conteúdos, objetivos, conhecimentos prévios necessários, desenvolvimento das atividades, reflexão, textos dos áudios e referências bibliográficas. Cada aula apresenta os objetivos específicos e os recursos didáticos utilizados. No item “desenvolvimento das atividades” foi feita a descrição dos procedimentos didáticos para cada uma das quatro aulas e, os slides a serem utilizados, além do texto para áudio referente ao tema explorado. A opção de utilizar quatro aulas considerou a complexidade do tema, sua relevância para a promoção da saúde. Além disso, o cálculo do tempo utilizado levou em consideração a aplicação de práticas investigativas e inclusivas, para as quais são necessárias problematizações, elaboração de

hipóteses, leituras, produção de textos e apresentações das conclusões. Foi utilizada como parâmetro para sua construção a SD descrita por PAPOULIAS (2019).

O desenvolvimento da SD, bem como do recurso didático tridimensional e áudios, envolveu também a consulta a livros didáticos utilizados pelos estudantes do ensino médio (BRASIL, 2018) e aos repositórios de artigos, periódicos, dissertações, teses e outros, para compreender como se dá a abordagem do tema Vírus e quais são as estratégias propostas para consolidação dos conhecimentos básicos e correlação com a vida cotidiana. Quanto aos livros didáticos, foram consultadas as obras Contato Biologia (GODOY; OGO, 2016), Biologia (MENDONÇA, 2016), Bio (ROSSO; LOPES, 2016), Integralis, Biologia Novas bases (BIZZO, 2016), Biologia Moderna (MARTHO; AMABIS, 2016), que compõem o **Guia Digital de Biologia do PNLD 2018** (BRASIL, 2018).

No texto da SD, foi inserido o *link* para os áudios, cuja reprodução se dará a partir do Google Drive, com os quatro áudios em formato MP3. Também foram inseridos os links dos arquivos em “stl” do modelo didático 3D do Sars-Cov-2 para que possa ser impresso e do site Wikispaces para a organização de *Wikis* coletivas. Foi inserido, ainda, o *link* da plataforma Moodle também para a organização de *Wikis* coletivas.<sup>2</sup>

## 2.2. Modelagem e impressão 3D

Um dos recursos necessários para a concretização da proposta de ensino inclusivo foi o modelo 3D de Sars-Cov-2 produzido a partir de processos de modelagem e impressão 3D em impressora Ender 5 Pro® do Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba-PR.

O modelo foi produzido por modelagem 3D a partir dos *softwares* Solidworks® e MeshMixer 3.0 da Autodesk® Inc. A modelagem levou em consideração a aplicação pedagógica do produto final para alunos do ensino médio com e sem comprometimento visual.

As etapas do processo de produção do modelo 3D incluíram: (a) definição das dimensões e características físicas do objeto, (b) modelagem e edição da malha 3D, (c) impressão 3D e (d) pós-processamento.

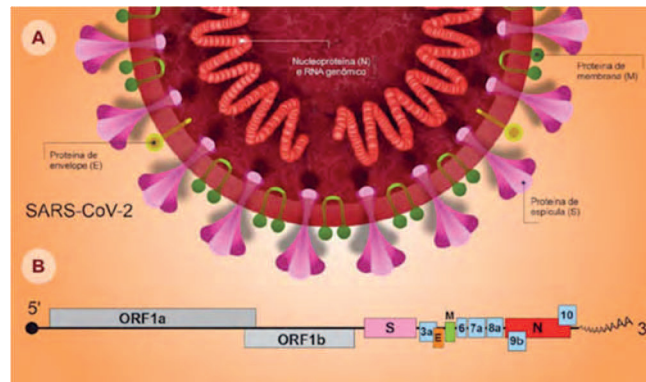
A definição das características da estrutura viral foi baseada nas publicações de BORGES *et al.* (2020), (FIGURA 1), NAQVI *et al.* (2020), MARIANO *et al.* (2020) e SCHOEMAN e

---

<sup>2</sup> Link do site Wikispaces <https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces> ; link da plataforma Moodle: [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br) .

FIELDING (2019), no texto e imagens da matéria *SARS-CoV-2 (2019-nCoV) Proteins* (FENNA, 2020) em vídeo da Helix Animation, disponível no Youtube com animação tridimensional.

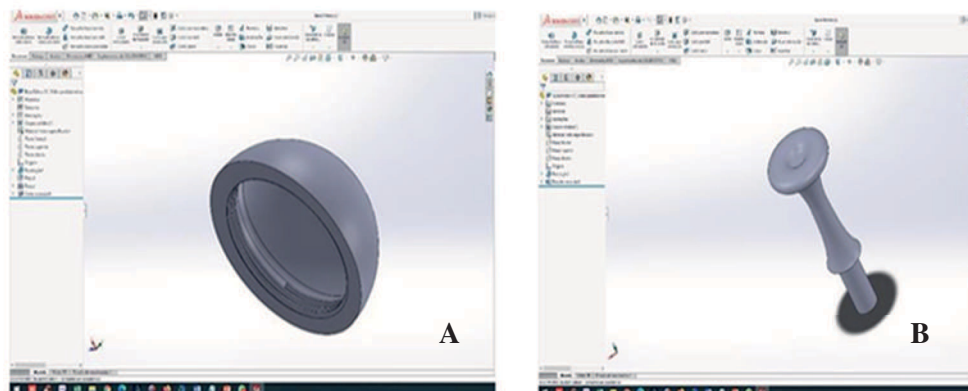
FIGURA 1- Esquema da estrutura do vírion (A)



FONTE: BORGES *et al.* (2020).

Após a definição das características de montagem e dimensões do modelo, foi utilizado o software Solidworks® para a modelagem de duas semiesferas de raio 100 mm e espessura 5 mm com um par roscado (Rosca M80) em cada uma. Para a representação das proteínas S foi utilizada a ferramenta de revolução para a construção da forma 3D (FIGURA 2). Os dois componentes foram exportados como arquivos “stl” para finalização do processo de modelagem 3D.

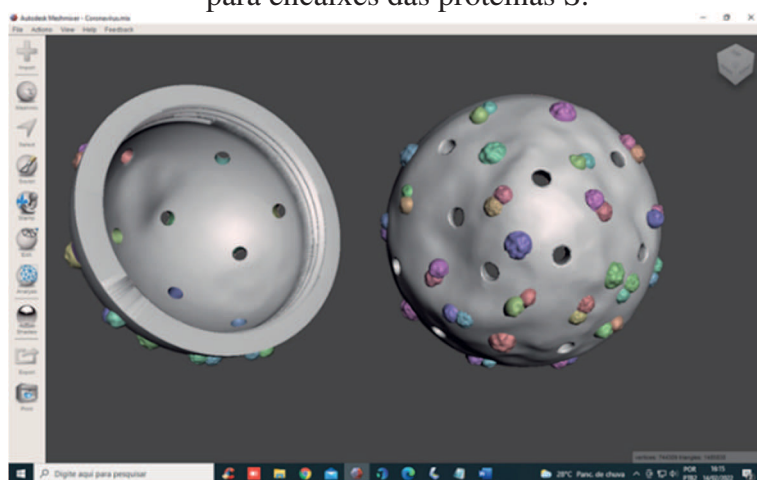
FIGURA 2 – Interface do *software* Solidworks. (A) Semiesfera com par roscado. (B) Modelo para representação da proteína S do Sars-Cov-2



FONTE: O autor (2022).

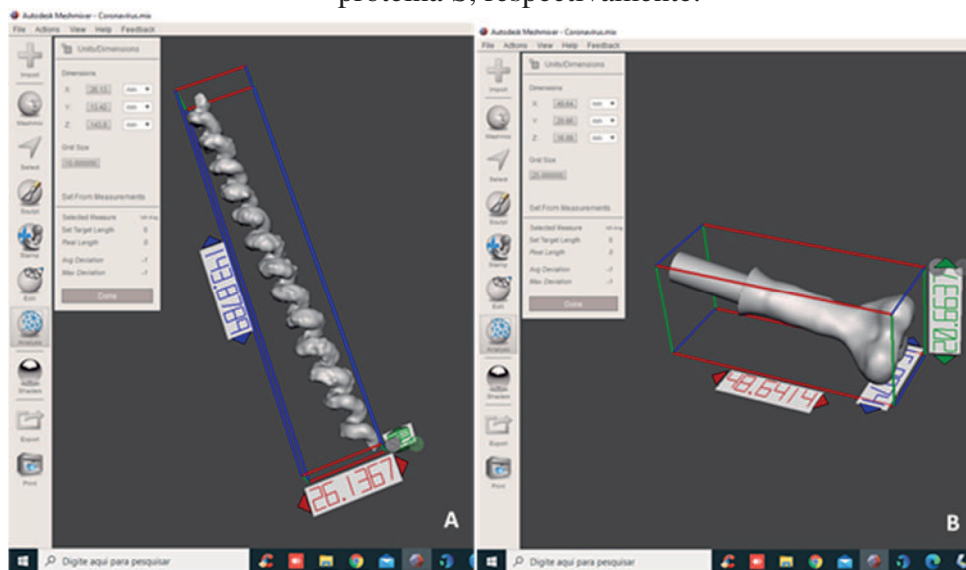
Os arquivos “stl” foram importados pelo software MeshMixer 3.0 da Autodesk® Inc. para a utilização de ferramentas capazes de conferir aspecto biológico aos sólidos previamente modelados. Foram utilizadas as ferramentas de escultura para deformar a superfície da esfera e modelar as proteínas E, M e S. Além disso, foram feitos os furos de encaixe usando a geometria da própria proteína S pelo recurso booleano de subtração (FIGURAS 3 e 4).

FIGURA 3 – Interface do programa Meshmixer 3.0 da Autodesk® Inc. com as semiesferas sobre as quais foram criadas elevações para representação das proteínas E e M e perfuração para encaixes das proteínas S.



FONTE: O autor (2022).

FIGURA 4- Interface do programa Meshmixer 3.0 da Autodesk® Inc. com as dimensões da espiral (A) e a peça com encaixe (B) que representam o capsídeo que contém o RNA e a proteína S, respectivamente.



FONTE: O autor (2022).

As duas semiesferas foram impressas em PLA em impressora Ender 5 Pro com as dimensões em x=100mm, y=100,6mm e z=62.7mm de acordo com os parâmetros apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 - Parâmetros de impressão das semiesferas em PLA.

| <b>Categoria</b>     | <b>Parâmetro</b>                       | <b>Valor</b> |
|----------------------|----------------------------------------|--------------|
| <b>Geral</b>         | Temperatura da mesa                    | 60□          |
|                      | Temperatura de extrusão                | 210□         |
|                      | Velocidade de impressão                | 65mm/s       |
| <b>Camada</b>        | Altura da camada                       | 0,16mm       |
|                      | Quantidade de casas (perímetro)        | 3            |
|                      | Percentual de preenchimento            | 15%          |
| <b>Preenchimento</b> | Ângulo de preenchimento                | 45°/-45      |
|                      | Tipo de preenchimento interno          | Retilíneo    |
| <b>Suporte</b>       | Percentual de preenchimento de suporte | 15%          |
| <b>Retração</b>      | Distância de retração                  | 5mm          |
|                      | Velocidade de retração                 | 45mm/s       |

FONTE: O autor (2022).

As proteínas S foram produzidas com 48,64mm de altura e a espiral que representa o capsídeo que contém o RNA com 143,87mm de comprimento conforme a FIGURA4, ambas foram impressas em TPU de acordo com os parâmetros apresentados na TABELA2.

TABELA 2 - Parâmetros de impressão das proteínas S e do capsídeo em TPU.

| <b>Categoria</b>     | <b>Parâmetro</b>                | <b>Valor</b> |
|----------------------|---------------------------------|--------------|
| <b>Geral</b>         | Temperatura da mesa             | 70 □         |
|                      | Temperatura de extrusão         | 230° C       |
|                      | Velocidade de impressão         | 15 mm/s      |
| <b>Camada</b>        | Altura da camada                | 0,2 mm       |
|                      | Quantidade de casas (perímetro) | 4            |
| <b>Preenchimento</b> | Percentual de preenchimento     | 7 %          |
|                      | Tipo de preenchimento interno   | Grade        |
| <b>Retração</b>      | Distância de retração           | 3,0 mm       |
|                      | Velocidade de retração          | 25 mm/s      |

FONTE: O autor (2022).

No processo de desenvolvimento do modelo didático 3D do SARS-CoV-2, foram considerados elementos de segurança para o manuseio do material, evitando peças cortantes ou com pontas que pudessem representar riscos de lesões.

### 2.3. Textos para os áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19

A metodologia de produção de conteúdo específico para os áudios que foram utilizados nas aulas da SD partiu da produção de textos que foram lidos e gravados. A temática foi dividida em quatro textos articulados com os conteúdos apresentados em cada uma das três primeiras aulas da SD, sendo que a terceira aula usou dois áudios e a quarta aula foi reservada para as apresentações dos estudantes. Para a primeira aula, foi produzido um texto que trata da estrutura viral, seus componentes e características. O texto produzido para o primeiro áudio sobre a estrutura viral envolve elementos de audiodescrição para que possa ser utilizado simultaneamente à exploração tátil do modelo 3D do SARS-CoV-2. Para a segunda aula, o texto do áudio relata a forma como o vírus invade as células. O texto da terceira aula explora os sintomas da COVID-19 e trata também de medidas preventivas. Além desse, também foi elaborado um áudio extra com texto sobre vacinas que descreve o funcionamento dos imunizantes específicos para COVID-19.

### 2.4. Áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19

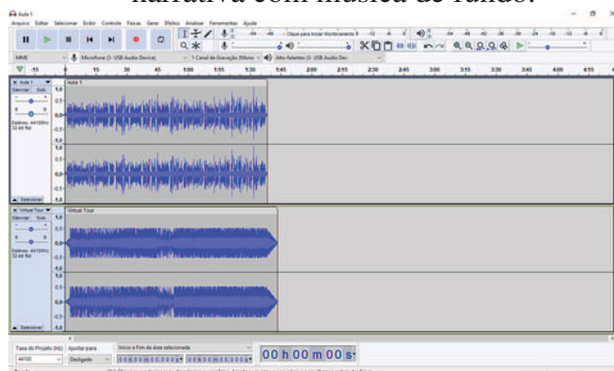
A partir da leitura dos textos, foram gravados quatro áudios narrando a descrição da estrutura viral e, com o objetivo de guiar a exploração tátil do modelo por alunos do ensino médio com ou sem deficiência visual, além de fornecer informações adicionais sobre COVID-19, processo de infecção, prevenção e sobre vacinas.

Os áudios foram gravados utilizando microfone condensador da marca Knup modelo KP-917. Depois da gravação da voz, a narrativa foi convertida em formato MP3 no *software* Audacity(R) para edição (FIGURA 5). A voz sofreu amplificação de 10,0 dB, tendo pico de complitude de 4,2702 dB. Além disso, no início do áudio foi utilizada a ferramenta de suavização de entrada (*fade in*) para o áudio iniciar em tom mais baixo e aumentar gradativamente e, para a finalização, foi utilizada a suavização de saída (*fade out*). Foi escolhida a música de fundo *Tour Virtual* disponível no banco de dados multimídia Envato Elements<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Música Tour Virtual, autoria de HeartDrumMachine, do banco de dados multimídia Envato Elements, disponível em: <https://elements.envato.com/pt-br/>.

FIGURA 5 – Interface do *software* Audacity 3.1 ® apresentando a mixagem da narrativa com música de fundo.



FONTE: O autor (2022).

Os conteúdos dos áudios foram elaborados especificamente para contemplar os temas explorados na SD e apresentam os títulos “Aula 1 - Estrutura Viral Como é o Coronavírus”, “Aula 2 - Como o Coronavírus Invade as Células?”, “Aula 3 - Como Podemos nos Prevenir da COVID-19?” e “Aula 3- Vacinas”.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1. Sequência Didática

O desenvolvimento deste estudo levou à produção de uma Sequência Didática (SD) com elementos de ensino por investigação, alfabetização científica e práticas de inclusão de indivíduos com comprometimento visual.

Durante a SD, se utiliza um modelo impresso em 3D de SARS-CoV-2 produzido a partir de modelagem virtual. A esfera foi impressa em PLA e apresentou furos para o encaixe das estruturas representativas de proteínas S em filamento flexível TPU. Optou-se pela impressão, também em TPU, de um filamento espiral para representação do capsídeo que contém o RNA viral. Todas as partes podem ser observadas na FIGURA 6.

FIGURA 6 - Interface do programa Meshmixer 3.0 com as proteínas S posicionadas nas semiesferas formando o invólucro viral e espiral que representa o capsídeo.



FONTE: O autor (2022)

A SD apresenta quatro aulas de 50 minutos, seguindo uma proposta investigativa e inclusiva. Na primeira aula da SD, apresenta-se a proposta aos alunos, esclarecendo o tempo que será necessário para desenvolver esse tema, suas etapas, os conteúdos a serem desenvolvidos e esclarece-se a importância do estudo da temática. A partir da apresentação passa-se a tratar da estrutura viral, das características morfológicas do vírus e também introduz a temática da aula seguinte sobre o processo de infecção. Nesta aula, é proposta a formação dos grupos de estudantes e em seguida é feita a pergunta “Por que o coronavírus recebe este nome?”, em relação à qual os estudantes terão que elaborar hipóteses.

Nesta mesma aula, serão disponibilizados os modelos impressos em 3D do vírus e o áudio da 1ª aula, intitulado “Estrutura Viral - Como é o Coronavírus”. Todos os estudantes (cegos e videntes) farão uso dos dois recursos didáticos a fim de observarem e compreenderem a estrutura do vírus. Também é apresentada a proposta para o uso de Wikis coletivas. Enfatiza-se a elaboração de hipóteses desde o início da temática, a problematização e a participação ativa dos estudantes. Nesta aula, também são colocadas duas questões sobre a função das proteínas Spike, que introduzem o tema da aula seguinte, sobre o processo de infecção pelo coronavírus.

A segunda aula trata dos processos de infecção e transmissão do Sars-Cov-2, utilizando os mesmos recursos da primeira aula, ou seja, modelo 3D, áudio da 2ª aula e Wikis coletivas. Apresenta para os alunos a análise de uma mensagem veiculada nas redes sociais que consiste em uma *fake news*, que tenta promover uma suposta medida preventiva contra a infecção por

coronavírus. Pede-se uma pesquisa sobre o conteúdo desta mensagem e também uma confrontação do conteúdo da mesma com o que se sabe sobre o processo de infecção.

A terceira aula trata das medidas preventivas contra a infecção do coronavírus e também sobre as vacinas. São utilizados como recursos slides, modelo 3D do SARS-CoV-2, áudios e Wikis. Apresenta questões problematizadoras sobre a produção das vacinas e uma pesquisa sobre as vacinas utilizadas atualmente para prevenção da COVID-19.

A quarta aula é utilizada para as apresentações dos resultados das pesquisas dos estudantes ao longo das três primeiras aulas e em períodos extraclasse. Os estudantes são orientados a utilizarem recursos variados para as apresentações considerando a participação dos estudantes cegos em um processo inclusivo. A Sequência Didática será disponibilizada no Repositório Educacional Aberto da UFPR ([reaparana.com.br/portal](http://reaparana.com.br/portal)).



**Universidade Federal do Paraná**  
**Setor de Ciências Biológicas**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -**  
**PROFBIO**

**Universidade Federal do Paraná**

**Mestrando:** Sergio Roberto Jarosz Antunes

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Fernanda Pioli Torres

**Co-orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Janete Dubiaski da Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: SARS-COV-2 E COVID-19 COM**  
**ADAPTAÇÕES PARA INCLUSÃO DE ESTUDANTES CEGOS**

**APRESENTAÇÃO**

A presente sequência didática tem como temas o novo coronavírus (SARS-CoV-2) e a doença por ele causada, a COVID-19. Foi produzida com objetivo de proporcionar aos professores de Biologia sugestões de metodologias que possam levar ao desenvolvimento pessoal dos estudantes e à autonomia na aprendizagem. Faz parte do Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), ministrado na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Envolve elementos de inclusão de alunos cegos, utilizando materiais táteis como o modelo tridimensional do coronavírus (SARS-CoV-2) e textos adaptados para áudios sobre o vírus e a doença por ele causada. Os áudios tratam da estrutura do vírus, sintomas da doença,

medidas preventivas, vacinas. Dialoga com os conteúdos do 2º ano do Ensino Médio, referentes ao estudo da classificação dos seres vivos, taxonomia, virologia e doenças causadas por vírus. A elaboração deste trabalho foi norteadada pelo conteúdo estruturante 1, Mecanismos Biológicos componente das DCES, que trata dos mecanismos que explicam os sistemas orgânicos dos seres vivos. Também está alicerçado na BNCC, que estabelece a importância de conhecer e cuidar do próprio corpo e do bem-estar.

### **AUTOR**

Sergio Roberto Jarosz Antunes

### **DISCIPLINA**

Biologia

### **SÉRIE**

2º ano do Ensino Médio

### **AULAS PREVISTAS**

4 aulas de 50 minutos

### **TEMA**

Coronavírus (SARS-CoV-2) e COVID-19.

### **CONTEÚDOS**

- Vírus;
- Viroses;
- SARS-CoV-2 e COVID-19, medidas preventivas.

### **OBJETIVO GERAL**

• Compreender a morfologia do SARS-CoV-2 e sua relação com o desenvolvimento da COVID19, suas características de transmissão, patogenicidade e prevenção.

### **CONHECIMENTOS PRÉVIOS DESEJÁVEIS**

- Características gerais dos vírus;
- Sistema imunológico;
- Vacinas; imunização ativa.

### **DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES**

Aula 1.

Assunto: Vírus, SARS-CoV-2, COVID-19, introdução.

Duração: 50 minutos

#### **Objetivos específicos:**

- Compreender a estrutura do novo coronavírus e COVID-19;
- Debater sobre a estrutura viral;
- Propor soluções para uma situação problema sobre o tema;
- Formular hipótese(s) a partir de uma situação problema.

#### **Recursos:**

- Modelo 3D do SARS-CoV-2; Os arquivos em “stl” para impressão do modelo 3D

do SARS-COV-2 podem ser acessados no drive:

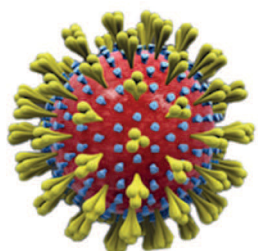
[https://drive.google.com/file/d/1iPgjsMSZy5DHVgGU\\_cCBqsFyfjKs0iSI/view](https://drive.google.com/file/d/1iPgjsMSZy5DHVgGU_cCBqsFyfjKs0iSI/view)

- Computador com projetor multimídia, com aplicativo para leitura de arquivos mp3 para exposição dos áudios;
- Áudio da aula 1. [https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1\\_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing).
- Wikis coletivas do site Wikispaces ou Moodle  
<https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces>  
[https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br)

### Atividades:

A aula começa com a disposição das carteiras em círculo. Faz-se a explicação geral de como transcorrerá a SD, seus objetivos, tempo, conteúdos e resultados esperados. Pedese que os alunos formem grupos de trabalho, integrando todos os estudantes matriculados na turma. Os estudantes cegos estarão inseridos nos grupos de acordo com suas afinidades pessoais. É exposto o tema da aula que será o novo coronavírus (SARS-CoV-2) e doença por ele causada, a COVID-19. Será iniciada a roda de conversa com a pergunta feita pelo professor: “Por que o vírus coronavírus tem este nome”? Será também apresentado um slide com a questão considerando que a aula é ministrada também para estudantes com visão preservada (FIGURA 1).

FIGURA 1: Slide “Por que o vírus coronavírus tem este nome”?



**POR QUE O VÍRUS SARS-COV-2 RECEBE O NOME DE "CORONAVÍRUS"?**

Fonte: O autor (2022).

Os grupos terão cinco minutos para responder à questão. Em seguida, um representante de cada equipe apresentará suas hipóteses na forma de respostas. É estimulada uma breve conversa sobre as respostas dadas. As respostas serão anotadas no quadro e registradas pelo docente.

Em seguida, será disponibilizado o modelo 3D do vírus (FIGURAS 1 e 2). O modelo e seus componentes devem ser previamente higienizados com álcool 70°. O professor explica que o modelo representa o coronavírus SARS-CoV. Se possível, cada grupo receberá uma unidade e os alunos cegos receberão o modelo individualmente. Pedese que todos observem com atenção a estrutura do modelo e seus componentes. Pede que o modelo seja colocado sobre a carteira e desmontado para que possam ser explorados seus componentes, ou seja, duas semiesferas rosqueadas com orifícios que representam o envelope viral, pequenas estruturas em formato de pinos que representam as proteínas Spike e uma espiral que

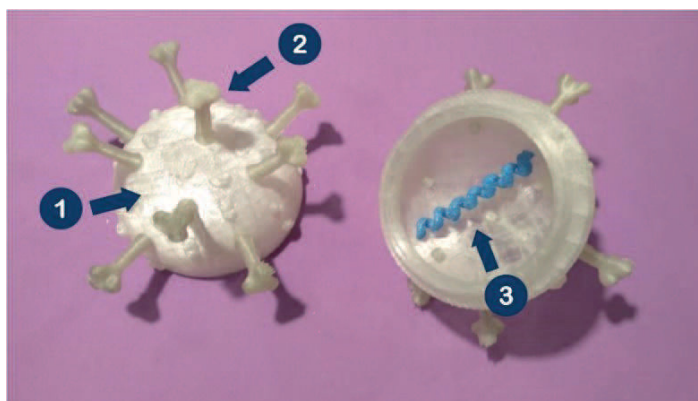
representa o capsídeo com o material genético. A exploração tátil do modelo é particularmente importante para os estudantes cegos poderem perceber as características morfológicas do vírus. Durante a exploração tátil, o professor colocará o áudio “Aula 1: Estrutura Viral - Como é o Coronavírus” utilizando o recurso do projetor multimídia ou áudio amplificado do computador. O áudio explica a origem do nome do vírus e descreve os componentes virais guiando a exploração tátil do modelo 3D. Serão contrastadas as respostas dadas pelos alunos com os dados obtidos do áudio e da exploração do modelo 3D. O recurso do áudio pretende facilitar o acesso ao conteúdo pelos estudantes cegos, mas seu uso também beneficia alunos dotados de visão. Serão feitos apontamentos sobre os componentes virais. Pede-se que os estudantes indiquem no modelo 3D os componentes virais.

FIGURA 2: Modelo 3D do coronavírus impresso em ácido polilático (PLA).



FONTE: O Autor (2022).

FIGURA 3: Componentes do SARS-CoV-2 indicados com setas no modelo 3D: envelope viral 1; proteínas *Spike* 2; capsídeo com RNA 3.



FONTE: O Autor (2022).

Uma vez que o início da aula tratou da etimologia do termo “coronavírus” e que destacou que este nome deve-se à presença de espículas proteicas que se distribuem na superfície do envelope lipoproteico do vírus, serão propostas questões problematizadoras que procuram abordar o papel destas estruturas em particular:

**1. Qual a relação destas estruturas com formato de espícula com a infecção por coronavírus?**

**2. Qual a função das espículas presentes no SARS-CoV-2?**

Ao final da aula, será aberta uma breve discussão a partir das hipóteses dos estudantes sobre a função das espículas na infecção por coronavírus. Será divulgado pelo professor que as hipóteses levantadas deverão ser registradas em plataforma *Wiki* de cada grupo, bem como os resultados das pesquisas realizadas pelos estudantes que serão apresentados pelas equipes. As *Wikis* são páginas desenvolvidas colaborativamente, que podem receber acréscimos de textos ou edições, desde que os usuários, no caso os alunos, tenham o endereço da página e a senha. A presente proposta de uso da *Wiki* visa promover atividades de pesquisa de forma interativa e colaborativa, organizar material para uso pedagógico e didático com o acompanhamento do docente. O professor deve organizar uma *Wiki* por equipe e disponibilizar o link para que eles possam utilizá-la. Pode ser um uso extraclasse em computadores, celulares ou na sala de informática do estabelecimento. Sugere-se o uso do site *Wikispaces* que pode ser encontrado no link <https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces>. O Moodle também apresenta a opção de *Wikis* através do link [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br). Um tutorial para uso das *Wikis* no Moodle está disponível em <https://educlass.com.br/moodle/mod/book/view.php?id=1010&chapterid=455>.

A construção dos textos colaborativos pode também utilizar recursos como o Google Docs, Padlet e Jamboard, de acordo com a preferência do docente.

Os grupos que tiverem estudantes cegos em sua composição serão orientados pelo professor a se encontrarem em período extraclasse em local a ser definido, que pode ser a sala de informática do estabelecimento de ensino (no contraturno) ou a casa de um dos participantes a fim de utilizarem as *Wikis* coletivas. Um dos integrantes ficará responsável por fazer novamente a leitura das questões e dos textos obtidos na pesquisa em sites ou artigos em voz alta para todo o grupo, o que também facilitará a inclusão do estudante cego. Poderá também utilizar leitores de texto online como por exemplo, o aplicativo de leitura do Google para esta finalidade. O aluno cego poderá ditar suas hipóteses e respostas para seus colegas escreverem. Poderá também escrevê-las posteriormente utilizando regletes para Braille ou ainda digitá-las com teclados adaptados no ambiente da sala de recurso do estabelecimento de ensino. Os resultados das pesquisas serão repassados para o texto coletivo do grupo, incluindo os textos ou respostas transcritas dos estudantes cegos. Os demais grupos, que não tenham estudantes cegos em sua composição também serão orientados a realizar encontros extraclasse a fim de realizar pesquisas e utilizar a biblioteca ou a sala de informática do estabelecimento de ensino.

Nas *Wikis* coletivas, os grupos poderão fazer registros das pesquisas e construir textos colaborativos das atividades propostas nesta sequência didática. Os links para as *Wikis* poderão ser disponibilizados em plataforma de modelo, como Moodle, Google Classroom ou e-mail. Os conteúdos destes textos produzidos pelos alunos serão avaliados tendo em vista a participação na construção coletiva de soluções para as questões.

### Texto para áudio da aula 1 – Estrutura Viral: Como é o Coronavírus?

Os coronavírus em geral e o SARS-CoV-2, possuem material genético constituído por uma única cadeia de RNA envolta em proteínas que constituem seu invólucro proteico, chamado capsídeo, e esse tem formato helicoidal. No modelo 3D apresentado esta estrutura encontra-se no interior das semiesferas e assemelha-se a uma mola de plástico. Observe seu formato e localização.

O coronavírus possui uma camada externa chamada “envelope”, derivada das membranas celulares dos hospedeiros. Esta estrutura apresenta uma composição química lipoproteica, sendo formada por gorduras e proteínas. Observe em seu modelo em 3D as semiesferas encaixáveis, a superfície delas representa o envelope viral. Nesse envelope, estão inseridas proteínas, que fazem parte da camada mais externa da partícula viral ou “vírion”. As proteínas S, ou *Spike*, presentes no envelope, projetam-se como espículas ou espinhos. No microscópio eletrônico, o conjunto das espículas assemelha-se a uma coroa solar. O nome “coronavírus” foi dado devido à presença desta coroa (“corona” em latim). No modelo 3D as pequenas estruturas que se encaixam nos orifícios das semiesferas representam as proteínas Spike. Observe no modelo o conjunto das proteínas “S”, elas se parecem com uma coroa solar.

Curiosidade: Como todos os vírus “envelopados” (tal como o HIV e os herpesvírus), os coronavírus são sensíveis a sabões, detergentes e solventes de gorduras. Isso ocorre devido à estrutura predominante do envelope ser fosfolipídica. Por isso é importante lavar as mãos com água e sabão.

#### Aula 2.

**Assunto:** Vírus, SARS-CoV-2, COVID-19.

**Duração:** 50 minutos

#### **Objetivos específicos:**

- Debater sobre como ocorre a infecção pelo coronavírus;
- Relacionar a estrutura do coronavírus com sua infecção no hospedeiro humano;
- Formular hipótese(s) a partir de problema apresentado sobre transmissão e infecção do coronavírus.

#### **Recursos:**

- Computador com projetor multimídia, com aplicativo para leitura de arquivos mp3 para exposição dos áudios;
- Modelo 3D do SARS-CoV-2;
- Texto em áudio da aula 2; [https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1\\_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing).
- Textos didáticos sobre vírus, artigos científicos e de divulgação científica;
- Conversor de texto para mp3 ou leitor de textos do Google;
- Wikis coletivas do site Wikispaces ou Moodle.  
<https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces>  
[https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br)

#### **Atividades:**

Serão distribuídos os modelos em 3D do coronavírus higienizados com álcool 70% e, em seguida, os estudantes serão solicitados a observá-lo atentamente. Pede-se que os

estudantes desmontem o modelo 3D e indiquem as espículas. Importante destacar que os estudantes também receberão álcool em gel 70° a fim de higienizar as mãos após o uso dos materiais táteis.

O professor lembrará que na aula anterior foi solicitada uma pesquisa sobre o nome das espículas e seu papel na infecção. O professor pede que os grupos informem verbalmente de forma resumida os resultados de suas pesquisas extraclasse. Espera-se que os estudantes tenham obtido a informação e identifiquem a espícula como proteína S ou *Spike*, e que sua função é associada à capacidade de adesão e entrada do patógeno nas células humanas.

Em seguida, o professor disponibilizará o áudio da aula 2 no projetor multimídia com leitor para mp3 de modo que todos ouçam. O áudio da aula 2, intitulado “Aula 2 Como o Coronavírus Invade as Células?” trata dos mecanismos de infecção e replicação viral no interior do organismo do hospedeiro. Depois de ouvido o áudio, serão feitas as confrontações entre os resultados das pesquisas trazidos pelos estudantes e o conteúdo do áudio.

Em seguida é exposta uma situação problema, que será lida pelo professor em voz alta:

Um texto que é disseminado nas redes sociais afirma que para prevenir a infecção por coronavírus, as pessoas devem beber água de 15 em 15 minutos. *“Os meios de comunicação estão omitindo a informação de que para não contrair o vírus é preciso beber água de 15 em 15 minutos. Não precisa ser um copo cheio, mas apenas alguns goles, para manter a garganta úmida. Leve uma garrafa de água para onde for. Por quê? Porque ao molhar a garganta, se o vírus estiver ali, ele vai direto para o estômago, e não há bactéria ou vírus que resista ao suco gástrico. Se a garganta estiver seca, o vírus vai para o esôfago e, dali, para os pulmões, onde ocorre a dificuldade em respirar. E é o que tem levado várias pessoas a óbito”.*

Texto obtido em <https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/04/06/e-fake-que-beber-agua-a-cada-15-minutos-previne-a-covid-19.ghtml>

Pede-se que os estudantes discutam brevemente em grupos o conteúdo desta mensagem. A situação problema remete à seguinte questão:

**A partir do que se sabe sobre os processos de transmissão do coronavírus, é possível afirmar que o método de prevenção exposto nesta mensagem seja eficaz?**

Será aberta uma breve discussão e levantamento de hipóteses. O professor informa que será realizada uma pesquisa sobre o tema como tarefa e que esta deverá ser registrada pelos grupos.

O professor disponibilizará textos sobre como o vírus infecta as células para os grupos pesquisarem (Textos 1 a 3) nas *Wikis* coletivas. Uma recomendação para os grupos que incluem estudantes cegos é a leitura em voz alta dos textos pelos colegas de equipe. Os textos também podem ser convertidos em mp3 a fim de serem ouvidos pelos alunos cegos com a utilização do conversor Notevibes (<https://notevibes.com/pt/>), que embora seja pago, pode ser custeado com recursos próprios do estabelecimento de ensino (Associação de Pais Mestres e Funcionários – APMF). Pode-se utilizar também o conversor de texto para áudio do Google, gratuito e de fácil acesso. O professor deve orientar estes grupos específicos sobre a importância de atitudes colaborativas e inclusivas. As recomendações são válidas para todos os textos indicados nesta SD. Com o arquivo de mp3 que pode ser disponibilizado na *Wiki*, os alunos cegos poderão ouvir as informações e participar ativamente dos debates e discussões do grupo. Os textos também poderão ser convertidos em áudio pelo leitor de texto

do Google. As hipóteses e discussões e respostas serão também postadas na *Wiki* de cada grupo.

### **Textos:**

**Texto 1-** Covid-19: imagens mostram o momento da infecção em célula

<https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-imagens-mostram-o-momento-da-infeccao-em-celula> . Neste texto há um infográfico que deve ser descrito pelos colegas de equipe ou pelo docente para os estudantes cegos.

**Texto 2-** Você sabe o que acontece quando o coronavírus entra nas células? Os estudantes de Medicina da UFRGS explicam.

<https://www.ufrgs.br/microbiologando/2021/03/29/voce-sabe-o-que-acontece-quando-o-coronavirus-entra-nas-celulas-os-estudantes-de-medicina-da-ufrgs-explicam/>

**Texto 3 -** É #FAKE que beber água a cada 15 minutos previne a Covid-19 COVID-19

<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/04/06/e-fake-que-beber-agua-a-cada-15-minutos-previne-a-covid-19.ghtml>

### **Texto para áudio da aula 2 – Como o Coronavírus Invade as Células?**

As partículas virais entram no corpo humano através das mucosas do sistema respiratório, ao respirarmos, mas também podem ser introduzidas pela boca ou pelos olhos ao colocarmos as mãos não higienizadas no rosto.

No caso do novo coronavírus, a proteína do vírus, denominada Spike ou, simplesmente, S, reconhece uma proteína humana chamada Enzima Conversora de Angiotensina do tipo 2 (ACE-2), presente nas células do trato respiratório, do endotélio vascular, do coração e dos rins, que serve como um receptor para o vírus. Por meio desse receptor, ele invade a célula e injeta seu ácido nucleico (RNA).

A primeira etapa da replicação viral requer que o vírus se ligue a receptores celulares. A seguir, ele penetra na célula e libera seu genoma. Nos coronavírus, todas as etapas da replicação ocorrem no citoplasma celular. Uma vez no interior da célula, o genoma comandará o processo de replicação e síntese de proteínas virais. Eventualmente, genomas e proteínas serão agrupados e serão “montados” novos vírus, ainda incompletos.

Ao atravessar o retículo endoplasmático, o vírus levará consigo um pedaço da membrana dessa estrutura, que se constituirá no envelope. Eventualmente, após adquirir seu envelope, o novo vírus gerado deixará a célula pelo sistema de Golgi. Como consequência, uma célula infectada poderá dar origem a milhares ou milhões de novos vírus, que estarão prontos para infectar novas células no corpo da pessoa infectada ou passar para novos hospedeiros.

Curiosidade: As mãos podem funcionar como vetores mecânicos e transportar vírus até as células das mucosas do nariz, olhos ou boca, que constituem receptoras adequadas. Por isso devemos evitar levar as mãos à boca e ao nariz, sempre que pudermos. E, claro, lavar as mãos frequentemente – e corretamente – é outro hábito difícil de ser adotado, principalmente no inverno...

O uso de máscaras e todos os equipamentos de proteção individual (EPIs) tem o objetivo principal de diminuir a concentração de vírus que possa infectar uma pessoa suscetível ou ainda diminuir a concentração de vírus a partir de uma pessoa infectada. Quanto menos vírus houver disponível para causar a infecção, menor a chance de que essa infecção ocorra.

### **Aula 3.**

**Assunto:** Vírus, SARS-CoV-2, COVID-19.

**Duração:** 50 minutos

**Objetivos específicos:**

- Debater sintomas, transmissão e prevenção da COVID-19;
- Relacionar as estruturas do coronavírus com a produção de vacinas.
- Entender o funcionamento de vacinas e da imunidade ativa;
- Formular hipótese(s) a partir de situação problema apresentada.

**Recursos:**

- Modelo 3D do SARS-CoV-2;
- Textos em áudio da aula 3 e texto em áudio do item vacinas; [https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1\\_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing).
- Textos didáticos sobre vírus, artigos científicos e de divulgação científica;
- Conversor de texto para mp3 notevibes: <https://notevibes.com/pt/> ou leitor de textos do Google.
- Wikis coletivas do site Wikispaces ou Moodle <https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces> [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br)

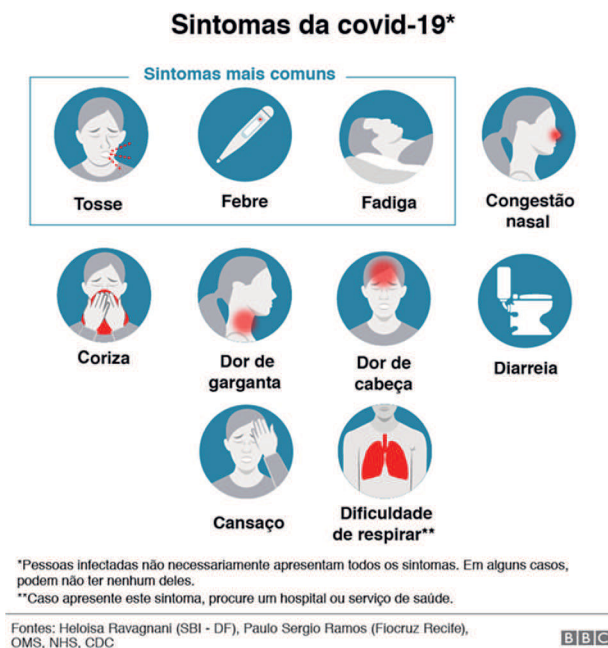
**Atividades:**

Os grupos são reunidos em sala de aula e é aberta uma discussão sobre a atividade da aula anterior. Na aula anterior os alunos analisaram uma situação problema envolvendo um texto que afirmava que tomar água a cada 15 minutos seria uma forma eficiente de prevenir a COVID-19. Sobre isso, os grupos são convidados a falar resumidamente sobre suas conclusões. Espera-se que eles tenham confrontado as concepções do texto veiculado nas redes sociais com os estudos científicos presentes na bibliografia fornecida pelo professor. Os relatos dos estudantes são então registrados pelo professor. O docente destacará que tomar água não impede que o vírus chegue aos pulmões pelas vias respiratórias dado que o SARS-CoV-2 é transmitido principalmente pelo ar contaminado por aerossóis em ambientes de aglomeração, ou pelo contato direto com pessoas infectadas próximas.

O professor então colocará em discussão as formas de prevenção realmente eficazes. Pede que os grupos levantem hipóteses sobre este tema. Após alguns minutos os grupos devem relatar o que sabem ou supõem ser formas de prevenção da COVID-19.

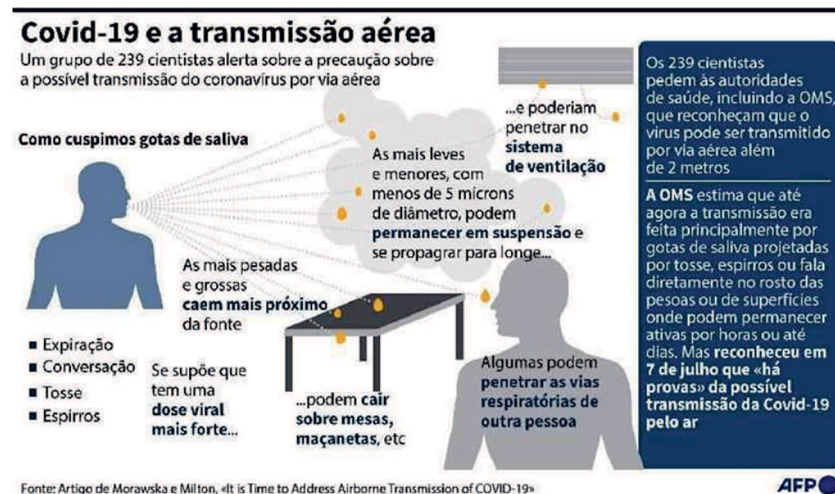
Após uma breve exposição das hipóteses dos alunos, o professor disponibilizará o áudio da aula 3 no projetor multimídia com leitor para mp3 de modo que todos ouçam. O áudio da aula 3, intitulado “Aula 3 Como Podemos nos Prevenir da COVID-19?” relata os sintomas da COVID-19 e formas eficazes de prevenção. Também serão apresentados slides com os sintomas da COVID-19 e formas de contágio ( FIGURAS 4 e 5).

FIGURA 4 - Sintomas da COVID-19.



FONTE: BBC Camilla Costa (2020)

FIGURA 5 – Mecanismos de transmissão da COVID-19.



FONTE: AFP Checamos (2020)

O professor fará destaques e explicações extras. Serão resgatados através de explicações os principais meios de transmissão do SARS-CoV-2, correlacionando-os com as medidas preventivas. Nestas explicações é importante que o professor enfatize que o vírus entra no organismo humano pelas vias aéreas. As gotículas carregando o vírus entram pelo nariz ou boca. O vírus invade as células destas mucosas, se multiplica, se espalha pelo corpo

e pode atingir os pulmões.

- Os cuidados com a higiene das mãos estão relacionados ao fato de costumeiramente levarmos as mesmas para a região do rosto. Se as mãos contiverem partículas virais, poderão facilitar a infecção pelas vias aéreas da face (ou pelas mucosas dos olhos). As mãos devem ser lavadas com cuidado utilizando-se água e sabão ou com álcool de graduação 70° líquido ou em gel.

- Quanto ao distanciamento social de 2 metros, é indicado para evitar que sejam aspiradas gotículas de fluidos contendo o agente patógeno, uma vez que exames balísticos indicam que a esta distância, as gotículas maiores eventualmente expelidas por pessoas infectadas perdem força e caem no chão.

- O uso de máscaras é indicado para criar uma barreira física à entrada (e saída) de gotículas e aerossóis contendo o vírus, que podem ser expelidos quando as pessoas infectadas falam, tosse ou espirram. Cabe ressaltar que as máscaras devem cobrir a boca e o nariz, ter tripla camada de tecidos e estar bem ajustada ao rosto. As máscaras PFF2 ou N95 são as mais indicadas para a proteção individual, pois atuam como filtros de ar, retraindo inclusive os aerossóis, partículas muito pequenas que ficam em suspensão no ar por muito tempo.

Em suas explicações, o professor deve lembrar sempre de explorar as potencialidades descritivas e operacionais da linguagem verbal, a fim de facilitar a compreensão dos estudantes cegos. Evitar apontar para os recursos utilizados sem verbalizar e descrevê-los, por exemplo. Ao escrever algo na lousa ou apresentar slides, deve ler os conteúdos dos mesmos em voz alta simultaneamente, fazendo a descrição das imagens de forma detalhada. Se necessário pode solicitar o uso dos recursos adaptados, ou seja, o modelo 3D e os áudios.

Depois dos debates e das explicações sobre as medidas preventivas de contenção física do vírus, será iniciada uma discussão sobre vacinas. As questões norteadoras são:

- 1- O que são vacinas?**
- 2- Como elas atuam no organismo?**
- 3- Vacinas são remédios?**

O professor verbalizará estas questões e pedirá que os grupos elaborem hipóteses sobre as vacinas. Será dado um tempo de 10 minutos para que os grupos apresentem respostas oralmente.

Em seguida o professor disponibilizará o áudio intitulado “Vacinas”, no projetor multimídia com leitor para mp3 de modo que todos ouçam. O áudio sobre vacinas expõe o funcionamento da imunização ativa e traz dados sobre as vacinas específicas para COVID-19. Resgata também aspectos como prazo para o desenvolvimento de anticorpos e a necessidade de manter medidas preventivas mesmo após a imunização.

A ideia central é demonstrar que as vacinas envolvem estratégias biológicas para a inoculação de antígenos dos agentes patogênicos, de forma segura, sem desencadear os sintomas letais da doença. Isso ocorre porque os antígenos são microrganismos atenuados ou partes de suas estruturas, de modo que não produzem uma infecção grave e ao mesmo tempo estimulam a produção de anticorpos.

Em seguida, o professor entregará os modelos 3D do SARS-CoV-2 aos grupos. Pede que os estudantes destaquem suas partes, separando as proteínas *Spike* do envelope e que retirem a cápsula com o RNA viral do interior do modelo. Em seguida, o professor verbaliza uma questão para todos os grupos:

**1- Qual destas estruturas, as proteínas *Spike*, o envelope ou o RNA viral, seria o antígeno mais indicado para a produção de uma vacina para a COVID-19? Expliquem**

### **a razão de sua escolha.**

O professor coloca a questão em debate e pede que os grupos elaborem suas hipóteses e que as registrem na *Wiki* de sua equipe. Serão fornecidos textos de apoio para consulta. Serão mantidas as orientações anteriores sobre a participação de estudantes cegos nas tarefas relativas à construção das *Wikis* coletivas, leitura com aplicativos de conversão de texto em áudio e atitudes colaborativas e inclusivas. Caso os estudantes não consigam utilizar estes recursos adaptativos, o professor deve orientá-los.

## **Textos para áudios da aula 3 – “Como Podemos nos Prevenir da COVID-19?” e “Vacinas”**

### **1- Como Podemos nos Prevenir da COVID-19?**

A COVID-19 é a doença causada pelo novo coronavírus. Seus principais sintomas incluem febre, tosse, coriza, dor de garganta e dificuldade para respirar. A doença pode apresentar sintomas leves, moderados, graves e pode exigir hospitalização!

Por isso é importante estabelecer uma série de medidas preventivas para evitar contrair o vírus e desenvolver quadros sintomáticos! As medidas preventivas incluem:

Higienizar as mãos com água e sabão por pelo menos 20 segundos a cada vez. Esfregar as palmas das mãos, os espaços entre os dedos, o dorso da mão e não esquecer do polegar. Se não houver água e sabonete, usar álcool gel 70%;

Evitar contato próximo com pessoas doentes;

Ficar em casa quando estiver doente;

Evitar tocar olhos, boca e nariz com as mãos não higienizadas;

Evitar ambientes com aglomeração de pessoas. Em locais com grande concentração de pessoas (transporte público, por exemplo), é preciso redobrar os cuidados. Mantenha distanciamento social e use máscara.

Utilize máscara de proteção cobrindo boca e nariz. As máscaras mais indicadas são os modelos profissionais PFF2, bem ajustadas no rosto e que filtram o ar.

Pesquisas têm apontado que a utilização de máscaras cria uma barreira física que reduz as infecções. Elas diminuem consideravelmente a emissão e absorção de gotículas expelidas pelo nariz e boca. Nesse sentido, sugere-se que a população em geral utilize máscaras ao sair de casa.

### **2- Vacinas**

A vacinação é a medida mais efetiva de proteção contra a COVID-19. As vacinas não eliminam as outras medidas de proteção, por isso devemos manter todos os protocolos mesmo imunizados.

As vacinas atuam na prevenção, através do desenvolvimento de anticorpos por parte do sistema imunológico. Elas reduzem a possibilidade de infecção, porém caso a infecção ocorra, a vacina diminuirá consideravelmente a probabilidade de sua evolução para quadros mais graves e principalmente a morte. É importante saber que há uma demora de alguns dias para que ocorra a resposta imunológica do organismo. Assim, nos primeiros dias após a vacinação, pode ocorrer tanto a manifestação de uma infecção que pode ter ocorrido alguns dias antes, como também é possível se infectar e transmitir a doença mesmo após ser vacinado. Por isso é fundamental manter as medidas de prevenção e higiene. No caso das

vacinas disponíveis contra a COVID-19, elas podem ser de dose única ou de duas doses. Nas vacinas de dose única, a imunização ocorre de 14 a 28 dias após a aplicação. Nas vacinas de duas doses, a segunda aplicação ocorre num intervalo de 14 a 28 dias em relação à primeira dose, como no caso da Coronavac e de 90 dias no caso da AstraZeneca. É importante se informar na unidade de saúde onde foi vacinado e verificar a anotação feita na carteira de vacinação. Se a vacina exige duas doses, a imunização só será completada de 14 a 28 dias depois da segunda dose.

#### **Aula 4.**

**Assunto:** Vírus, SARS-CoV-2, COVID-19.

**Duração:** 50 minutos

**Objetivos específicos:**

- Apresentar resultados obtidos pelos grupos;

**Recursos:**

- Computador com projetor multimídia, com aplicativo para leitura de arquivos mp3 para exposições em áudio, para veicular músicas, paródias ou demais gravações de áudio feitas pelos alunos;
- Modelo 3D do SARS-CoV-2;
- Exposições verbais dialogadas;
- Objetos físicos como máscaras, frascos de álcool em gel, seringas (sem agulha e higienizadas) e outros.

Nesta última aula desta sequência didática os estudantes apresentarão os resultados das pesquisas de seus grupos registradas na *Wiki*. Será uma síntese dos principais conceitos discutidos ao longo das aulas. Tentarão demonstrar em linhas gerais os conhecimentos construídos ao longo das 3 aulas anteriores. Espera-se que eles desenvolvam estratégias para realizar estas apresentações de modo a atingirem o objetivo de comunicar a seus pares suas hipóteses, metodologias de pesquisa e conclusões.

Para isso, os grupos serão informados nas *Wikis* com uma semana de antecedência, a fim de reorganizarem as informações para compartilhá-las nos seminários. É importante que utilizem estratégias de apresentação que facilitem e otimizem o tempo disponibilizado para esta tarefa, que será de 10 minutos para cada equipe. É recomendável que façam as apresentações dos resultados através de relatos verbais ou explorando elementos sonoros, podendo utilizar recursos como paródias de músicas por exemplo, de modo a facilitar a comunicação com seus colegas privados de visão. Também pode-se utilizar nestas apresentações o modelo 3D e seus componentes separadamente. Poderão dispor em suas apresentações de objetos físicos relacionados com medidas preventivas como máscaras, frascos de álcool em gel ou seringas sem agulhas para fazerem demonstrações. Estes objetos poderão também ser explorados pelo tato pelos colegas cegos. Os estudantes serão orientados também para fazer descrição verbal dos objetos utilizados nas apresentações evitando simplesmente apontá-los, informar sua movimentação na sala de aula para a apresentação, informar verbalmente o nome dos integrantes da equipe, seguindo assim um protocolo para evitar o isolamento de seus colegas cegos. Espera-se que todos integrantes das equipes participem da apresentação de forma ativa. Os alunos cegos, inseridos nas equipes, também farão suas contribuições, mediados, se necessário, por colegas ou pelo professor da disciplina. Estes alunos com limitações sensoriais poderão gravar áudios ou vídeos, fazer relatos verbais ou demonstrações utilizando o material em 3D do coronavírus ou explorar objetos físicos a fim de facilitar sua comunicação.

## **Avaliação**

A avaliação proposta deve considerar a participação na construção dos textos coletivos e o produto das apresentações ao final da SD. Os estudantes devem demonstrar compreensão acerca dos conteúdos e sobre a natureza do método científico. Sugerimos que a nota seja a somatória do escore dos dois ítems (texto coletivo e apresentações) e que ambos tenham o mesmo peso avaliativo.

## **Considerações Finais**

É importante destacar que esta sequência didática procura contemplar as necessidades especiais de alunos cegos, numa perspectiva de inclusão, ou seja, ela deve compreender as necessidades dos alunos que vêm e dos que possuem diminuição ou ausência de visão. A tarefa envolverá o uso dos materiais adaptados para estudantes cegos, ou seja, os textos em áudio e o modelo 3D do coronavírus (SARS-CoV-2). O docente utilizará os materiais adaptados a fim de estabelecer o contato do aluno cego com a temática, desenvolvendo com o estudante outras etapas da estratégia pedagógica, como a formulação de hipóteses, estímulo à investigação através de pesquisa, sistematização dos resultados e apresentação das conclusões, da mesma forma que ocorrerá com os demais estudantes. Também buscará estimular uma aprendizagem significativa, contextualizada e relevante para a realidade do aluno. Importante destacar que estes materiais adaptados também serão utilizados pelos estudantes sem limitações sensoriais, ou seja, com visão normal e que neste caso a experiência multisensorial também pode contribuir para um processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

O ensino de Ciências por investigação é um processo dinâmico e criativo, que pretende acima de tudo proporcionar uma experiência significativa dos conceitos, de modo que seja uma construção duradoura. A presente SD pretende destacar que esta didática também é aplicável em um contexto de inclusão.

O letramento científico na perspectiva do ensino por investigação é uma dimensão que possibilita ao aluno desenvolver uma visão mais adequada acerca da natureza da Ciência. Quando o aluno aprende os conteúdos por meio das relações e implicações consequentemente, passa a compreender elementos do método científico. O conhecimento não é apenas transmitido em forma de conceitos em sua versão neutra, acabada e inquestionável, mas, dentro de uma lógica em que a Ciência se constitui como atividade humana construída em uma dinâmica dialógica entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O conhecimento científico é construído em um processo histórico e social, sendo portanto um processo. É importante que se estabeleça que os produtos da Ciência são construções que se materializam pela prática investigativa. Nessa acepção, cabe acentuar que os objetivos do ensino de Ciências é “[...] a prática de ajudar os alunos a aprender e fazer Ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de Ciências” (POZO; CRESPO 2009, p. 47).

A sequência didática proposta contempla os princípios básicos do ensino por investigação, com ênfase na alfabetização científica. Neste sentido, pretende desenvolver no estudante, habilidades para identificar temáticas de cunho científico que estão latentes, compreendê-las e tomar decisões diante das questões científicas e tecnológicas que se impõe na realidade. Para tanto, a sequência didática estimulará o questionamento, elaboração de hipóteses, pesquisa de material bibliográfico, sistematização dos conhecimentos obtidos e apresentação dos resultados.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. J. D. de; ABÍLIO, F. J. P. Alfabetização Científica no Ensino de Biologia: Uma Leitura Fenomenológica de Concepções Docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Em Ciências**, 18(2), 429-453. Disponível em <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182429>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BARROS, C. Trabalhando com experiências: **Subsídios para um ensino dinâmico de Ciências**. São Paulo: Ática, 1990. 214 p. (Coleção na sala de aula).

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018 Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC\\_C\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf).

CAMPOS, S. H. *et al.* **A Wiki como ferramenta de aprendizagem coletiva: a percepção do aluno adulto**. Porto Alegre: Novas tecnologias em educação CINTED-UFRGS. 2010.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

COSTA, C. Coronavírus: como diferenciar sintomas da covid-19 de uma gripe, um resfriado ou uma rinite? **BBC Brasil**. Londres, 19 de março 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51946693> Acesso em: 16 ago. 2021.

CRUZ, Kleber. A. T. et al. **PRINCIPAIS ASPECTOS DO NOVO CORONAVÍRUS SARS-CoV-2: UMA AMPLA REVISÃO**. Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Cora Coralina. Arquivos do Mudi, v. 25, n. 1, p. 73 – 90, ano 2021

DAVIDOVICH, L. 23º **Webinário da ABC – Desafios da Educação Básica**. 1 Live (157 min). ABC, 2020. Disponível em: <http://youtube.com/watch?v=RhASR59hkde>. Acesso em: 02 de mar. 2021.

FRANZOLIN, F.; SANTANA, R. S. **O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E OS DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO NA PRÁXIS DOS PROFESSORES**. São Paulo. Universidade Federal do ABC. 2018.

FREITAS, Soraia Napoleão. **Inclusão e Educação: Doze olhares sobre a Educação Inclusiva: A formação de professores na Educação Inclusiva: Construindo a base de todo o processo**. São Paulo. Summus Editorial. 2006.

MANOEL, V. de A. **Educação Inclusiva na EaD: Programa da Acessibilidade Virtual (PPAV)**. Revista Ponto de Vista. Florianópolis/SC. Vol.2. n.10. p107-120. 2008.  
Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/ponto>

devista/article/view/20450/18675>. Acesso em: 02 de mar. 2021.

MOZZOTTA, M. J. S. **Fundamentos de educação especial**, São Paulo: Pioneira, 1988

GLAT, R. BLANCO, L. de M. V. **Educação Especial no contexto de uma Educação Inclusiva**. In: GLAT, Rosana (orgs). Educação Inclusiva: cultura e cotidiano escolar. Rio de Janeiro: 7Letras, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Conselho Internacional de Educação de Deficiência Visual, ICEVI**, Bangkok, 1992.

OS ASSINTOMÁTICOS PODEM SIM TRANSMITIR O VÍRUS E NÃO ESPALHAM ANTICORPOS, DIZEM ESPECIALISTAS. **AFP Checamos**. Colômbia, 3 julho 2020  
Disponível em: <https://checamos.afp.com/os-assintomaticos-podem-sim-transmitir-o-virus-e-nao-espalham-anticorpos-dizem-especialistas> . Acesso em: 16 ago. 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**.

Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em  
<

[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf) > Acesso em: 03 mar. 2021.

PELIZZARI, A. *et al.* **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p.37-42, jul. 2002. Anual. Disponível em: . Acesso em: 22 nov. 2015.

POZO, J. I.; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.  
SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. Porto Alegre: Mediação, 2008.

SASSERON, L.H., CARVALHO, A.M.P.- **Investigações em ensino de ciências**, 2016. Disponível em <if.ufrgs.br>, acesso em 30 jun 2020.

SASSERON, L.H. **Apostila de Licenciatura em Ciências - O Ensino por Investigação: Pressupostos e Práticas**. São Paulo, USP/Univesp Módulo 7, 2018.

SCARPA, D. L. CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Estudos Avançados**. 2018

VIEIRA, P. A. M. ; LIMA, F. J. de . A teoria na prática: áudio-descrição, uma inovação no material didático. Revista Brasileira de Tradução Visual, v. 2, p. seção principal, 2010.

### 3.2. Modelo 3D do Sars-CoV-2

O modelo tridimensional foi desenvolvido para uso didático visando reproduzir as principais características morfológicas do SARS-CoV-2, representando o envelope lipoproteico, as espículas das proteínas *Spike*, as proteínas E e M do envelope e uma espiral que representa o material genético no interior do capsídeo viral. Os componentes são encaixáveis e desmontáveis para favorecer a percepção tátil podendo ser facilmente montado e desmontado (FIGURA 9).

O desenvolvimento do modelo visou a reprodução das principais características morfológicas do vírus como o envelope lipoproteico representado por duas semiesferas roscadas com elevações em suas superfícies representando as proteínas E e M. As proteínas spike (S) foram impressas separadamente em filamento flexível de poliuretano termoplástico.

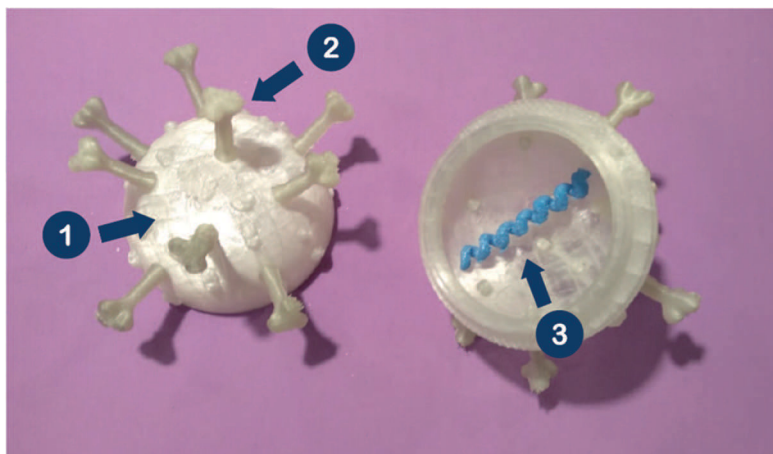
A superfície das semiesferas do modelo 3D foi deformada com o objetivo de conferir aspecto fluido e mais próximo ao biológico. Em seguida foram feitas saliências com diferentes formatos para representar as proteínas E, M e S. A proteína E (envelope), aparece na semiesfera do modelo didático como uma calota unitária, a proteína M (membrana) é representada por duas calotas unidas e a proteína S (Spike) corresponde aos pinos encaixáveis nos orifícios. No Sars-Cov-2 as proteínas E e M são estruturais e a proteína S relaciona-se ao processo de reconhecimento das células a serem parasitadas (SCHOEMAN; FILELDING, 2019; MARIANO *et al.*, 2020).

FIGURA 7: Modelo 3D do coronavírus impresso em ácido polilático.



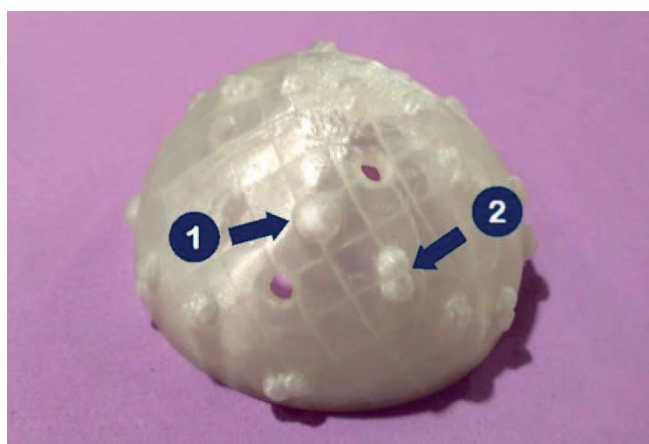
FONTE: O Autor (2022).

FIGURA 8: Componentes do SARS-CoV-2 indicados no modelo 3D: (1) envelope viral; (2) proteínas Spike; (3) capsídeo com RNA.



FONTE: O Autor (2022).

FIGURA 9: Componentes do SARS-CoV-2 indicados no modelo 3D: (1) Proteína “E”, (2) Proteína “M”.



FONTE: O Autor (2022).

### 3.3. Textos para os áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19

A redação da narrativa para os áudios resultou em quatro textos curtos e sucintos que tratam das temáticas das aulas de forma clara e didática, com elementos teóricos obtidos em artigos científicos, matérias de divulgação científica e site do Ministério da Saúde. Houve a preocupação em utilizar linguagem acessível e citar curiosidades a fim de tornar seu conteúdo

mais interessante. Estão articulados com os conteúdos propostos na SD e contém elementos de audiodescrição. O conteúdo dos textos está inserido na SD.

### 3.4. Áudios didáticos sobre SARS-CoV-2 e COVID-19

A produção de recursos didáticos auditivos adaptados resultou em quatro áudios gravados em MP3. O primeiro áudio é intitulado “Aula 1 Estrutura Viral - Como é o Coronavírus” e tem a duração de 1 min e 30 s, o segundo áudio tem o título de “Aula 2 Como o Coronavírus Invade as Células?” e tem a duração de 2 min e 17s, o terceiro áudio produzido é denominado “Aula 3 Como Podemos nos Prevenir da COVID-19?” e tem a duração de 1 min e 43s, o quarto áudio produzido chama-se “Aula 3 Vacinas”, com duração de 1min e 37s. Os quatro áudios a serem utilizados nas aulas estão em um drive do GoogleDrive<sup>4</sup>.

## 4 DISCUSSÃO

A educação científica na perspectiva do ensino por investigação possibilita ao aluno desenvolver uma visão mais concreta acerca da natureza da Ciência. Quando o aluno aprende os conteúdos por meio das relações e implicações, consequentemente passa a compreender elementos do método científico (POZO; CRESPO 2009). Com as atividades propostas na SD desse estudo, os estudantes poderão vivenciar as etapas deste processo, como a problematização, levantamento de hipóteses e pesquisa. Todas as aulas propostas têm por finalidade privilegiar o questionamento, a participação ativa, a observação, a construção de enunciados e a explicação por parte dos próprios alunos. Desta forma, o conhecimento não é apenas transmitido, mas pode ser elaborado e construído de forma dialógica, conforme Moreira (2012).

Ressalta-se a importância de que, nesse contexto, os alunos e alunas compreendam que os produtos da Ciência são construções que se materializam pela prática investigativa. Nessa acepção, cabe salientar que, para Pozo e Crespo (2009), o objetivo do ensino de Ciências é ensinar procedimentos para que estudantes aprendam a disciplina de ciências fazendo ciência. Nesse sentido, a apresentação de situações-problema e o desafio de construção de hipóteses que se repetem nessa SD pode propiciar um entendimento inicial do fazer ciência.

---

<sup>4</sup> Link do GoogleDrive com os quatro áudios: [https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1\\_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1h-gfoJ4qIwO1_pVjro-GkEE78jkpuYZf?usp=sharing).

Dessa forma, é um consenso que a aprendizagem das Ciências Naturais exige uma síntese de conceitos teóricos e de práticas investigativas para que possa ser significativa para o aluno e, conjuntamente, deveria estar consolidada à superação da concepção de ensino-aprendizagem em que o professor seria o centro do processo e o aluno um ser passivo. Esta mudança de paradigma já ocorreu no plano teórico, mas precisa ser transposta para a realidade da sala de aula de forma efetiva. No cotidiano, o que ocorre é a coexistência de concepções que tentam resolver este impasse em que as inovações pedagógicas enfrentam resistência do modelo tradicional imposto pelo hábito, pela justificativa da ausência de suporte tecnológico ou mesmo por motivos culturais (SCARPA *et al.*, 2018). A proposta da SD desse estudo apresenta a coexistência das concepções discutidas, mas revela um esforço no sentido de ultrapassar o papel passivo dos estudantes, por oferecer várias oportunidades de desafios ligados à resolução de problemas e utilizando ferramentas didáticas que se propõem a expor mais concretamente estruturas de um ser vivo. Nesse contexto, a alfabetização científica passa também pelo fazer científico. Assim sendo, é incentivada a interação do aluno com os objetos do conhecimento e, de modo que, utilizando-se de metodologias ativas, haja a possibilidade de levar os estudantes a refletir sobre os fenômenos, a tirar conclusões, levantar hipóteses, fazer comparações, a familiarizar-se com as ferramentas instrumentais e teóricas. Assim sendo, um grande esforço é necessário para promover o engajamento e a curiosidade sobre os temas a serem investigados (SASSERON *et al.*, 2011). Na SD proposta no presente trabalho, a construção coletiva de textos na Wiki e também as apresentações finais que seguem o modelo de uma sala de aula invertida são exemplos de metodologias ativas.

Além disso, essa SD propõe que o aprendizado se processe de forma colaborativa, com a formação de grupos de trabalho em sala de aula. A proposta de uso de plataformas de texto coletivo (*Wikis*) remete ao processo de produção do próprio conhecimento científico, que ocorre a partir de parcerias e trocas constantes entre os alunos que passam a atuar como pesquisadores.

Adicionalmente, os estudantes cegos ou com baixa visão poderão contribuir ativamente ao participarem dessas tarefas em grupos, bem como desenvolver habilidades sociais importantes para a vida, como por exemplo a comunicação de ideias, trabalho em equipe, falar e se expressar em público e assertividade. Novamente, é preciso que, neste contexto, seja considerada a aprendizagem significativa na qual procura-se enfatizar a perspectiva do aluno ou aluna no processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2012). Para esse autor, as ideias expressas simbolicamente interagem com o conjunto dos conhecimentos prévios dos estudantes, que já estão presentes na sua estrutura cognitiva.

A ocorrência da pandemia de COVID 19 nos últimos dois anos e todas as situações vivenciadas pelos estudantes nessa conjuntura, tornam a temática e conjunto de saberes trabalhados nessa SD muito propícia para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. É importante que se reconheça que, embora privado da visão, o sujeito tem um cabedal de conhecimentos obtidos ao longo de sua vida sobre os mais variados temas, assim como qualquer pessoa. Dessa forma, serão estabelecidos os elos de significância com os novos objetos da aprendizagem uma vez que estejam conectados a experiências prévias e que haja o cuidado de resgatar o contexto do educando na mediação qualificada estabelecida com o educador. Tais considerações estão presentes quando se abrem as discussões e os estudantes são convidados a debater os temas, seja emitindo opiniões, seja formulando hipóteses. Os conhecimentos trazidos do seu cotidiano são importantes pontos de partida para a elaboração de uma efetiva problematização dos assuntos tratados nas aulas (GLAT, BLANCO, 2007). Na elaboração da SD apresentada, todos esses pontos discutidos foram levados em consideração.

Sob o aspecto legal, a terceira competência específica de “Ciências da Natureza e sua Tecnologias” da BNCC refere-se a: “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)” (BNCC, 2018). Conforme já discutido, a SD proposta nesse estudo tem como componente importante a investigação de situações-problema e a construção coletiva de hipóteses para explicá-las ou resolvê-las, a partir de conteúdos científicos e tecnológicos dentro de uma realidade muito recente da pandemia pelo novo coronavírus. Ao final da sequência didática, os alunos e alunas devem comunicar também seus resultados. Portanto, toda essa dinâmica planejada contempla a competência específica referida, estando de acordo com a proposta da BNCC.

Por outro lado, conduzindo-se essa discussão à temática da inclusão, o emprego de modelos didáticos tridimensionais táteis a fim de contemplar as necessidades de estudantes cegos ou de baixa visão pode ser uma estratégia válida, pois possibilita o reconhecimento de imagens pelo uso de materiais concretos que facilitam a representação mental do modelo. Para a pessoa cega, o contato com as formas, dimensões e texturas substitui a imagem visual do objeto que se está estudando, atribuindo significado à aprendizagem obtida exclusivamente por meio do texto falado ou escrito. Com estes recursos que privilegiam o uso da percepção tátil,

torna-se possível reconhecer, identificar e comparar estruturas do modelo didático (CARDINALI, 2010).

Como é possível constatar, levar a termo este processo de adaptação das metodologias para que se possa chegar a uma educação inclusiva envolve o redimensionamento da própria concepção de educação. Ao considerar as necessidades especiais dos alunos cegos, o educador precisa se deslocar de seu eixo e passar a considerar um ambiente de aprendizagem que esteja concretamente adaptado às limitações destes sujeitos. Uma proposta de educação efetivamente inclusiva depende de mudanças em vários níveis da instituição de ensino, privilegiando a formação dos docentes, além de transformações administrativas e pedagógicas. Sob esta perspectiva, ressalta-se que deveriam ser revistas as metodologias e o próprio processo de avaliação. Diante disso, conclui-se que a organização das escolas precisa ser transformada para o acolhimento de alunos e alunas com deficiências (GLAT, BLANCO 2007). A construção dessa SD partiu da perspectiva da inquietação com essas limitações no ambiente escolar e visa contribuir com essa transformação.

Um problema que se coloca nesta proposta envolve esforço em se propor mudanças metodológicas adaptadas à realidade de estudantes cegos ou portadores de baixa visão. Estas adaptações visam estimular novas possibilidades de aprendizado a este público-alvo despertando o interesse pela Biologia. Nesse sentido, a SD oferece uma proposta de ensino investigativo com a utilização de ferramentas pedagógicas inovadoras como modelo didático impresso em 3D e áudios que guiam a exploração do objeto e visam facilitar a acessibilidade. Aliada à proposta inclusiva do modelo impresso em 3D, a SD também visa estimular o aluno ou aluna com visão normal a interagir com o recurso didático e explorá-lo com a orientação dos áudios. Se por um lado o tato auxilia o cego na formação dos conceitos e das imagens mentais das coisas que ele é incapaz de ver já que a imagem é substituída pela percepção tátil (CARDINALI, FERREIRA, 2010) sob outra perspectiva, Camargo (2015) ressalta que o uso de recursos multissensoriais nas aulas de Ciências amplia as possibilidades de participação de todos os estudantes nas atividades escolares. Com a diversificação de recursos sensoriais é possível atender às demandas de alunos e alunas cegos e também sem deficiência visual, num processo inclusivo e plural.

Nesse contexto, a diversidade na experimentação da representação de um objeto do conhecimento aguça a curiosidade e amplia as possibilidades de uso dos sentidos, sendo considerados modelos didáticos mais complexos aqueles que ultrapassam os limites da visão (KRAUSE, 2012). Assim, o modelo 3D proposto nessa SD é um modelo complexo e, ao mesmo

tempo, inclusivo – o que tem potencial de conferir uma vivência de inclusão ideal na prática pedagógica. O modelo foi impresso com geometria e materiais considerados ideais para a proposta. Optou-se pelo filamento de ácido polilático (PLA) para a impressão das semiesferas por ser um termoplástico feito a partir de recursos renováveis, tais como o amido de milho e a cana-de-açúcar e que, por ser um material biodegradável, tem baixa toxicidade, é leve e resistente ao manuseio (FIGURAS 7, 8 e 9). O Poliuretano Termoplástico (TPU), embora não seja biodegradável, é um filamento flexível resistente ao manuseio que não oferece riscos significativos.

A modelagem do modelo didático de SARS-CoV-2 levou em consideração as observações de Manoel (2008) a respeito da construção de materiais táteis para indivíduos com perda total da visão. Para a autora, os recursos devem apresentar características como:

1. O relevo deve ser perceptível e com diferentes texturas para manter o contraste entre as informações. Não devem ser muito pequenos e nem muito grandes. Os muito pequenos não ressaltam detalhes e muito grandes prejudicam a compreensão da totalidade;
2. A representação deve ser o máximo fiel ao conceito original do que se quer demonstrar;
3. Não devem oferecer perigo ou provocar rejeições, como ferir ou irritar a pele;
4. Devem apresentar resistência para um manuseio frequente;
5. Não podem ser de material pesado ou muito frágil para que a informação não se perca e o objeto possa ser transportado para onde o aluno desejar.

Em relação ao recurso do áudio, justifica-se seu uso devido à necessidade de se adaptar também o texto que contém os conteúdos que fazem parte da explicação. Quando o texto narrado está associado a um recurso áudio-visual ou ao contexto de uma aula convencional, ele não faz a descrição dos objetos visíveis, já que estes são percebidos pelos alunos e alunas com visão normal. As adaptações necessárias para a execução de um recurso de áudio a ser implementado em uma aula para cegos e cegas devem conter descrições mais pormenorizadas dos esquemas e imagens que estão sendo veiculadas simultaneamente. E mais, devem conter referências aos materiais táteis adotados na intervenção, de modo a complementá-los no plano conceitual (MANOEL, 2008). Nesse sentido, na elaboração dos áudios tomou-se o cuidado em associar a narração ao modelo 3D adotado.

Além disso, os textos adaptados em áudio propostos na SD fornecem uma narrativa que compreende não somente os aspectos estruturais e funcionais do vírus, mas também caracteriza a doença COVID-19, além de abordar medidas preventivas. É importante destacar que este

material em áudio tem como principal característica a descrição verbal pormenorizada de vários componentes do conteúdo previsto para a sequência didática, que geralmente são apresentados a estudantes com visão normal na forma de imagens. O desenvolvimento deste áudio utiliza estratégias da audiodescrição, ferramenta de acessibilidade para materiais audio-visuais.

Sobre o processo de audiodescrição é importante destacar suas características, conforme VIEIRA (2010). Trata-se de se fazer a descrição verbal do universo imagético presente no ambiente em que o portador de deficiência visual está inserido, como a sala de aula e os demais espaços escolares ou locais da escola, por exemplo. Segundo o autor, numa perspectiva estritamente didática, tem como objetivos descrever ilustrações nos livros didáticos, gráficos, mapas, vídeos, fotografias, experimentos científicos, desenhos, espaços e eventos de feiras de ciências, aspectos das visitas culturais, dentre outros. Ele ainda destaca que, compreendida em uma perspectiva de inclusão, a audiodescrição contribui para o aprendizado de todos os estudantes e não somente dos estudantes com deficiência visual. De acordo com SACKS (2010), as descrições nos permitem ver com os olhos de outras pessoas. Foi justamente por todas as características e implicações descritas que o uso da audiodescrição foi desenvolvida na SD.

Ainda sobre os textos adaptados para áudio, é conveniente ressaltar sua utilidade como recurso didático aos estudantes de visão preservada, considerando que a abordagem multissensorial favorece o aprendizado e a participação, segundo CAMARGO (2015). Estes estudantes também podem utilizá-los como material de consulta, a fim de retomar conteúdos tratados durante as aulas. O formato MP3 é acessível em várias mídias digitais e de fácil manuseio.

Portanto, o desenvolvimento e o aprendizado de estudantes com limitações sensoriais e, no caso especial desta proposta, relacionadas à visão, requerem mudança metodológica que contemple as particularidades na forma como eles se desenvolvem ou aprendem, além de considerar os recursos passíveis de serem adaptados para esta tarefa. Nesse sentido, a oferta de um modelo 3D interativo de SARS-CoV-2, bem como das audiodescrições propostas, tem por objetivo minimizar o desânimo e a incompreensão, por parte dos alunos e alunas, oriundos da percepção limitada dos recursos pedagógicos centrados em estímulos visuais que representam estruturas dos seres vivos podendo facilitar, assim, o aprendizado. É possível prever que o desenvolvimento de uma prática composta por uma aula adaptada, com temática atual, permeada de recursos que ampliam a percepção terá grande relevância e servirá como ponte indispensável para a alfabetização científica do discente. Nesta perspectiva, é necessária a

compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais para se desenvolver então a valorização da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, além do entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Aqui se propõe num primeiro momento a distinção entre o que pertence ao universo da ciência e o que não pertence.

O saber científico é o resultado do desenvolvimento de estratégias investigativas, elaboração de hipóteses e formulação de teorias que, ao longo do tempo, foram depuradas, aperfeiçoadas e são constantemente discutidas e transformadas. Desta forma, este tipo de conhecimento é diferente de outros pela forma como é construído, uma vez que é estruturado a partir de um método específico, que considera pressupostos definidos pela comunidade científica (CÓRDULA, 2015).

A importância da ciência em nossas vidas pôde ser verificada especialmente no contexto da pandemia de coronavírus, que impôs vários desafios para a humanidade. Todas as medidas sanitárias adotadas, desde a simples lavagem das mãos até as vacinas, trazem consigo a chancela do conhecimento científico. As decisões políticas sobre isolamento social, quarentenas e restrições à circulação de pessoas foram tomadas tendo como parâmetros as pesquisas epidemiológicas. Muitas vidas foram salvas devido a todos estes esforços. Por outro lado, este evento trouxe para o dia a dia uma discussão que ultrapassou os limites dos artigos acadêmicos. Uma disputa ideológica colocou em lados opostos os defensores da ciência e os propagadores de ideias pré-iluministas. Estes últimos dedicaram-se a colocar em xeque a legitimidade das medidas preventivas, ignorando todas as pesquisas feitas, rebatendo-as com argumentos falaciosos. Muitas pessoas expuseram-se aos riscos de contaminação por conta destas crenças, pagando um preço alto por conta disto (ESCOBAR, 2021).

Neste ponto vemos claramente o quão relevante é a alfabetização científica no contexto educacional e como esta formação é indispensável para a vida em sociedade. Somente a partir de uma leitura crítica da realidade podemos distinguir fontes confiáveis de conhecimento e assim rebater informações sem qualquer fundamento. Assim, todos os esforços para o desenvolvimento de uma educação pautada pelos princípios do ensino investigativo no campo das ciências são válidos e devem ser acessíveis a todos os estudantes. O presente trabalho e sua temática tentaram apresentar propostas que permitissem estabelecer uma discussão acerca da construção do conhecimento científico.

## 5 CONCLUSÃO

De forma geral, a SD desenvolvida procura contemplar os princípios básicos do ensino por investigação com ênfase na alfabetização científica e os propósitos de um processo inclusivo, prevendo situações onde se pretende atender estudantes com deficiência visual inseridos em turmas do Ensino Médio regular em escolas públicas ou privadas.

A SD foi elaborada prevendo um total de quatro aulas de 50 minutos, com a indicação de atividades que possam permitir a prática inclusiva de estudantes cegos e também procedimentos didáticos de cunho investigativo, que colocam em evidência o protagonismo dos estudantes em todos os momentos. Seu conteúdo visa favorecer a contextualização do tema proposto, bem como sua problematização. Procura incentivar o questionamento e o levantamento de hipóteses. Visa proporcionar várias oportunidades de trabalho em equipe para a realização de pesquisas e construção de soluções para as situações problema. Propõe a apresentação dos resultados como o corolário do processo, com trocas de experiências e explanação das soluções construídas coletivamente, além de incentivar a cooperação e atitudes inclusivas por parte dos estudantes. Sendo assim, conclui-se que apresenta várias características do ensino investigativo bem como apresenta propostas inclusivas.

A modelagem e a impressão 3D de um modelo didático de SARS-CoV-2 com filamentos plásticos e com a geometria proposta foi produzida com a finalidade de facilitar a compreensão das estruturas virais através do tato para alunos do ensino médio com ou sem limitações visuais o que pode favorecer o processo de ensino aprendizagem de alunos de Biologia em geral. Conclui-se que apresenta características de material didático tátil tridimensional complexo e inclusivo.

Os áudios desenvolvidos procuram atender às necessidades educacionais dos estudantes cegos e também dos alunos com visão intacta, proporcionando a possibilidade de ouvir os conteúdos das aulas da Sequência Didática. O uso do recurso de áudio possibilitará sua utilização em conjunto com o modelo 3D do Sars-Cov-2. Essa audiodescrição pretende contribuir para o aprendizado de todos os estudantes e não somente dos estudantes com deficiência visual. O formato MP3 é propício para ser ouvido em vários equipamentos, como celulares, computadores e aparelhos ipod. Com os áudios dos conteúdos, os estudantes com ou sem deficiência visual podem retomar algum tema necessário favorecendo a assimilação das informações pois estão disponíveis em drive e podem ser acessados livremente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As escolas carecem de recursos para a efetivação de práticas inclusivas para alunos cegos e que todo esforço neste sentido é bem vindo. Assim sendo, o presente estudo pretende contribuir oferecendo uma série de estratégias e sugerindo materiais que venham a facilitar a aprendizagem e inclusão destes alunos promovendo sua autonomia bem como estimular alunos sem deficiência ao apresentar recursos didáticos produzidos por tecnologias de modelagem e impressão 3D, além de textos convertidos em áudio.

Após o início da pandemia, as escolas públicas do Paraná ofertaram apenas aulas remotas e semi-presenciais (modelo híbrido) nos anos de 2020 e 2021, período em que o presente trabalho foi desenvolvido. Por conta disso, a aplicação da SD e dos recursos didáticos aqui apresentados tornou-se inviável. Sabe-se que a SD só poderá ser considerada efetiva na medida em que se leve a termo sua aplicação numa situação real de sala de aula e desta forma possam ser indicados aperfeiçoamentos metodológicos caso sejam necessários.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. D. de; ABÍLIO, F. J. P. Alfabetização Científica no Ensino de Biologia: Uma Leitura Fenomenológica de Concepções Docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 429–453, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018182429. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4726> . Acesso em: 16 ago. 2022.
- AMABIS, J. M. MARTHO, G. R.. **Biologia Moderna v. 2**. São Paulo. Editora Moderna 2016.
- ATAIDE, M. C. E. S. e SILVA, B. V. C.; As Metodologias de Ensino de Ciências: Contribuições da Experimentação e da História e Filosofia da Ciência [S. l.], v. 4, p. 171–181, 2011. **Holos**. DOI: 10.15628/holos.2011.620. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/620>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- BARRETO, M. L.; PINTO JUNIOR, E. P.; ARAGÃO, E. (org.). **Construção de conhecimento no curso da pandemia de COVID-19: aspectos biomédicos, clínico-assistenciais, epidemiológicos e sociais**. Salvador: Edufba, 2020. v. 1. DOI: <https://doi.org/10.9771/9786556300443.002>. Acesso em: 20 de set. de 2021.
- BARROS, C.; **Trabalhando com experiências: Subsídios para um ensino dinâmico de Ciências**. Coleção na Sala de Aula. São Paulo. Editora Ática, 1990.
- BIZZO, N. ; **INTEGRALIS BIOLOGIA NOVAS BASES**, v. 2. São Paulo, Editora Ibepe 2016.
- BORGES, A. A.; SUZUKAWA, A. A.; ZANLUCA, C.; SANTOS, C. N. D. dos. SARS-CoV-2: origem, estrutura, morfogênese e transmissão. In: BARRAL-NETTO, M.; BARRETO, M. L.; PINTO JUNIOR, E. P.; ARAGÃO, E. (org.). **Construção de conhecimento no curso da pandemia de COVID-19: aspectos biomédicos, clínico-assistenciais, epidemiológicos e sociais**. Salvador: Edufba, 2020. v. 1. DOI: <https://doi.org/10.9771/9786556300443.002>. Acesso em: 13 out. 2021

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018 Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf). Acesso em: 13 out. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação continuada a distância de professores para o atendimento educacional especializado. Deficiência Visual**. SEESP / SEED. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae\\_dv.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2021.

BRASIL Ministério da Educação. **PNLD 2018: guia de livros didáticos – ensino médio**. Secretária de Educação Básica. SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa de capacitação de recursos humanos do ensino fundamental: deficiência visual. V. 2**. Secretaria de Educação Especial. Fascículo IV / Marilda Moraes Garcia Bruno e Maria Glória Batista da Mota (Coord.), colaboração Instituto Benjamin Constant. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def\\_visual\\_2.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def_visual_2.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. MS 2022. **Como se proteger? Confira medidas não farmacológicas de prevenção e controle da pandemia do novo coronavírus**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-se-proteger> Acesso em: 22 de mar. de 2022.

CAMARGO, E. P. Diversificação Sensorial nas Aulas de Física em Escolas Regulares: Planejamento de Atividades Para Todos os Alunos. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R2112-1.PDF> Acesso em: 22 de mar. de 2022.

CARDINALI, S. M.; FERREIRA, A. **A Aprendizagem da Célula pelos Estudantes Cegos utilizando modelos Tridimensionais: Um desafio Ético.** Benjamin Constant (Rio de Janeiro), v. v.16, p. 5-12, 2010

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

CARVALHO, A. dos S. M. de *et al.* Reflexões sobre a inclusão de deficientes visuais no contexto universitário. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e32411125062, 2022 DOI Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25062> Acesso em: 02 de mar. de 2021.

CÓRDULA, E. B. de L. Fenomenologia versus Positivismo Científico: metodologias aplicadas às pesquisas em comunidades humanas. **Intersaberes**, Curitiba, 2015.

DAVIDOVICH, L. 23º Webinar da ABC – Desafios da Educação Básica. **YouTube**. Live (157 min). ABC, 2020. Disponível em: <http://youtube.com/watch?v=RhASR59hkdE>. Acesso em: 02 de mar. de 2021.

DUPIN, A. P. S. Q. ; SILVA M. O. da. Educação Especial e Legislação brasileira: revisão de literatura. **Scientia Vitae**. Edição especial. v. 10.n. 29. p. 65. 2020. Disponível em :<<http://revistafpsr.com/v10n297690.pdf>>.

EDUCLASS. Manual do Professor Moodle. 16. **Acrescentando atividades na Wiki**. Tutorial. Disponível em: <https://educlass.com.br/moodle/mod/book/view.php?id=1010&chapterid=455> . Acesso em: 2 de mar. 2022.

ENVATO ELEMENTS. Tour Virtual. Autor: HeartDrumMachine. Música de fundo. Disponível em <<https://elements.envato.com/pt-br/>>. Acesso em: 2 mar. 2022.

ESCOBAR, H. A ciência contra o negacionismo. **Jornal da USP**. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/a-ciencia-contra-o-negacionismo/> Acesso em: 2 jul. 2022.

FENNA, I. SARS-CoV-2 (2019-nCoV) Proteins. Asheville, North Carolina, USA, **BioVendor** LLC, 2020. Disponível em: [https://www.biovendor.com/sars-cov-2-2019-ncov-proteins?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic](https://www.biovendor.com/sars-cov-2-2019-ncov-proteins?utm_source=google&utm_medium=organic) Acesso em: 2 jul. 2022.

FREITAS, S. N. **Inclusão e Educação: Doze olhares sobre a Educação Inclusiva. A formação de professores na Educação Inclusiva: Construindo a base de todo o processo.** São Paulo. Summus Editorial. 2006.

GLAT, R.; BLANCO, L. de M. V. Educação Especial no contexto de uma Educação Inclusiva. In: GLAT, Rosana (orgs). **Educação Inclusiva: cultura e cotidiano escolar.** Rio de Janeiro: 7Letras, 2007.

GODOY, L. G. OGO, M. **Contato Biologia v.2** Cidade: São Paulo. Editora Quinteto 2016.

GOOGLE ACADÊMICO. Disponível em <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>. Acesso em 2 mar. 2022.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: **Anais do IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica.** São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/\\_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf) Acesso em 2 mar. 2022.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio. Volume 2.** São Paulo. Editora Saraiva 2016.

MACHADO, A.R.; CRISTOVÃO, V.L.L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. **Revista Linguagem em (Dis)curso.** v. 6, n. 3. set/dez., 2006.

MANOEL, V. de A. Educação Inclusiva na EaD: Programa da Acessibilidade Virtual (PPAV). **Revista Ponto de Vista.** Florianópolis/SC. v 1.2., n.10., p107-120.2008. Disponível em:

[https://periodicos.ufsc.br/index.php/ponto\\_devista/article/view/20450/18675](https://periodicos.ufsc.br/index.php/ponto_devista/article/view/20450/18675) . Acesso em 2 mar. 2022.

MARIANO G. *et al.*, Structural Characterization of SARS-CoV-2: Where We Are, and Where We Need to Be. **Frontiers in Molecular Biosciences**. v. 7. 2020.

Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmolb.2020.605236/full> Acesso em 3 mar. 2022.

MEDEIROS, C. B. S. de. **Avaliação de peças de Políácido láctico (PLA) impressas para aplicações biomédicas** / Repositório UFRN 2019.

<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/26675/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20pe%C3%A7as%20de%20PLA%20para%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20biom%C3%A9dica%20Medeiros%202018.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2022.

MENDONÇA, V. L. **Biologia Volume 2**. São Paulo. Editora AJS, 2016.

MOHR, A.; SCHALL, V.T. Rumos da educação em saúde no Brasil e sua relação com a educação ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**. v.8, n.2, p.199-203, 1992.

MOODLE "Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment". Disponível em: [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br) . Acesso em 20 de abr. 2022.

MOZZOTTA, M. J. S. **Fundamentos de educação especial**, São Paulo: Pioneira, 1988.

NAQVI, A. A. T. *et al.* Insights into SARS-CoV-2 genome, structure, evolution, pathogenesis and therapies: Structural genomics approach. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, p. 165878. 2020.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de Biologia. Como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Revista Educar** n. 26, p. 233-250. Curitiba. Editora UFPR, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Conselho Internacional de Educação de Deficiência Visual, ICEVI**. Bangkok, 1992.

PAPOULIAS, W. D. **Proposta de sequência didática sobre reprodução e embriologia humana para o ensino médio baseada na experiência docente.**– Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação ProfBio -Ensino de Biologia em Rede Nacional. 64 p.: Curitiba, 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia.** Curitiba: SEED/SUED, 2008.

Disponível em:

<[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)> Acesso em: 03 mar. 2022.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Referencial Curricular Para o Ensino Médio do Paraná.** Curitiba, 2021. Disponível em: [https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-08/referencial\\_curricular\\_novoem\\_11082021.pdf](https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf) Acesso em 03 de mar. 2022.

PELIZZARI, A. *et al.* **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** Curitiba, PEC, v.2, n.1, p.37-42, jul.2002.

SACKS, O. **O olhar da mente.** São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2010.

SANTANA, R. ; FRANZOLIN, F.; O Ensino de Ciências por Investigação e os Desafios da Implementação na Práxis dos Professores. Artigo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** v. 9, n.3, p. 218-237, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/326070504\\_O\\_Ensino\\_de\\_Ciencias\\_por\\_investigacao\\_e\\_os\\_desafios\\_da\\_implementacao\\_na\\_praxis\\_dos\\_professores](https://www.researchgate.net/publication/326070504_O_Ensino_de_Ciencias_por_investigacao_e_os_desafios_da_implementacao_na_praxis_dos_professores) Acesso em: 02 de abr. 2021.

SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor.** Porto Alegre: Mediação, 2008.

SARS-CoV-2 (2019-nCoV) PROTEINS. BioVendor R&D, Brno Czech Republic. 2019.

Disponível em:

[https://www.biovendor.com/sars-cov-2-2019-ncov-](https://www.biovendor.com/sars-cov-2-2019-ncov-proteins?utm_source=google&utm_medium=organic)

[proteins?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic](https://www.biovendor.com/sars-cov-2-2019-ncov-proteins?utm_source=google&utm_medium=organic) . Acesso em: 21 de mar. 2022.

SASSERON, L.H., CARVALHO, A.M.P. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(1), pp. 59-77, 2011.

SASSERON, L.H. Apostila de Licenciatura em Ciências - **O Ensino por Investigação: Pressupostos e Práticas**. São Paulo, USP/Univesp Módulo 7, 2018.

SCARPA, D. L. e CAMPOS, N. F.. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 21 de mar. 2022.

SHOEMAN, D. F., B.C. Coronavirus envelope protein: current knowlwdge. **Virol** /16, 69 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s1295-019-1182-0> Acesso em: 21 de mar. 2022.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Area das Necessidades Educativas Especiais**. Conferência: *World Conference on Special Needs Education: Access and Quality*, Salamanca, 1994. Brasília, UNESCO Office, 1998.

WIKISPACES 2012. <https://sites.google.com/site/kratzwilkesfinalproject/home/wikispaces> Acesso em: 25 out 2021.

VIEIRA, P. A. M. ; LIMA, F. J. de . A teoria na prática: áudio-descrição, uma inovação no material didático. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v. 2, p. seção principal, 2010.

VYGOTSKY, L. S. The Fundamental of Defectologia (Abnormal Psychology and Learning Disabilities) In: **The Collected Works of L. S. Vygotsky**. New York: Plenum Press, 1993 [1934].

VYGOTSKY, L. S. **A Criança Cega**. Trad.: Adjunto de Eudes Fabri. 1994 [1934]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/340864817/Vigotski-A-crianca-cegatradozido-por-A-E-Fabri-pdf>. Acesso em: 02 mar. 2021.

HELIX ANIMATION. 3D Animation: SARS-CoV-2 virus transmission leading to COVID-19. Helix Animation. **Youtube**, 2020. Disponível em <<https://youtu.be/PSnSo9kYIH4>>. Acesso em 2 mar. 2022.