

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM PRÁTICAS EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS E  
PLURALIDADE**

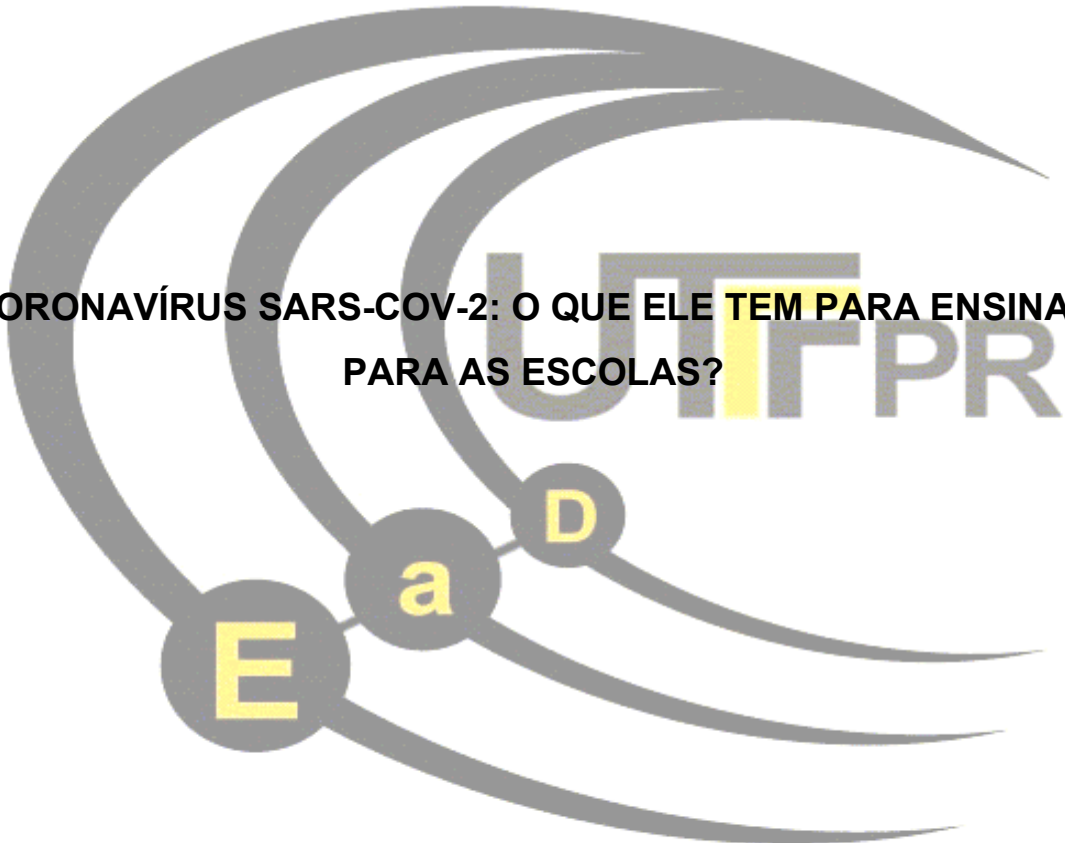
Michele Perisatto Berreta

**CORONAVÍRUS SARS-CoV-2: O QUE ELE TEM PARA ENSINAR  
PARA AS ESCOLAS?**

PROJETO DE PESQUISA DE ESPECIALIZAÇÃO

DOIS VIZINHOS  
2020

Michele Perisatto Berreta



**CORONAVÍRUS SARS-COV-2: O QUE ELE TEM PARA ENSINAR  
PARA AS ESCOLAS?**

## EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Projeto de pesquisa apresentado como requisito parcial para avaliação da disciplina de Concepção e Elaboração de Materiais Didáticos, do Curso de Especialização Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade, modalidade à distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Nédia de Castilhos Ghisi

DOIS VIZINHOS

2020

*Dedico este trabalho aos meus pais e  
ao meu namorado, que tanto me  
apoiaram para a sua conclusão.*

*Dedico, também a todos aqueles a  
quem esta pesquisa possa ajudar de  
alguma forma.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Oscar e Eliana pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Ao meu namorado Gabriel que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico.

À minha orientadora professora Dr<sup>a</sup>. Nédia por toda a ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado. As suas valiosas indicações fizeram toda a diferença.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e todos os seus professores que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

*“Ensinar não é transferir  
conhecimento, mas criar as  
possibilidades para a sua própria  
produção ou a sua construção”.*

*Paulo Freire*

## RESUMO

BERRETA, Michele Perisatto. **Coronavírus SARS-CoV-2: o que ele tem para ensinar para as escolas?** 2020. 50 f. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

Uma nova doença causada por um coronavírus e responsável por uma pandemia, conhecida como COVID-19, foi oficialmente anunciada pela Organização Mundial da Saúde (WHO) em fevereiro de 2020. A COVID-19 (Coronavirus disease) é causada pelo vírus SARS-CoV-2, pertencente à família Coronaviridae e cujos representantes são conhecidos por infectar animais. Por conta disso, o mundo precisou encontrar uma maneira de desacelerar a disseminação desta doença, altamente contagiosa. No Brasil, uma das medidas adotadas foi o isolamento social, no qual incluiu o fechamento das escolas, alterando a forma que professores e alunos estavam acostumados a desenvolver as aulas. Por outro lado, existem algumas disciplinas, como genética e biologia celular, que são de difícil compreensão, mesmo no ensino presencial. Assim, como melhorar o ensino dessas matérias em tempos de pandemia? Dessa forma, esse trabalho objetivou mostrar algumas formas de como professores de biologia podem melhorar suas aulas de modo que elas se tornem mais atrativas aos alunos e, conseqüentemente, uma melhora na construção do conhecimento. Este trabalho também visou mostrar a situação da educação no Brasil. Alguns autores mostram que quando se trabalha com exemplos contextualizados que estão dentro da realidade e experiência dos alunos, há uma melhora no processo de aprendizagem. Dessa forma, é possível utilizar o novo coronavírus como exemplo durante as aulas ao se explicar conceitos como mutação, evolução, genoma e como esses conceitos estão conectados. Juntamente com isso, é possível, ou até mesmo necessário, utilizar ferramentas virtuais, como YouTube ou Google Expedições, para tornar esses exemplos mais reais, uma vez que os alunos poderão ver o que é um vírus e como ele infecta a célula, ou como o vírus se replica. Quando o aluno consegue visualizar, o processo de aprendizado se torna mais fácil. Ainda, existem ferramentas que podem ser usadas para aulas remotas, especialmente durante a pandemia em que as pessoas estão isoladas em casa. No entanto, as aulas podem ser facilmente melhoradas quando os alunos, professores e escolas gozam dos recursos necessários para isso. A educação no Brasil sofre com uma falta de estrutura para muitos alunos e escolas. Muitos deles não possuem computadores, enquanto outros sequer possuem acesso à internet. Portanto, há muitas formas de fazer com que as aulas de biologia se tornem mais simples e atrativas aos alunos, melhorando seu processo de aprendizagem. Mas, a pandemia deixou ainda mais evidente a desigualdade existente as classes sociais no Brasil.

**Palavras-chave:** Aulas remotas. Educação durante a pandemia. Ensino de genética. Ensino virtual. Ferramentas educacionais virtuais.

## ABSTRACT

BERRETA, Michele Perisatto. **Coronavirus SARS-CoV-2: what does it have to teach to schools?** 2020. 50 p. Monograph (Especialization in Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) - –Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

A new pandemic disease caused by a coronavirus, known as COVID-19 was officially announced by the World Health Organization (WHO) in February 2020. COVID-19 is caused by the virus SARS-CoV-2, which belongs to the Coronaviridae family and has representatives that were known to infect animals. Because of that, the world had to find a way to stop the spread, as it is highly contagious. In Brazil, one of the adopted measures was the social isolation, which included the school's closure, changing the way teachers and students were used to have classes. But there are many subjects as genetics and cellular biology that are of difficult understanding. So, how to improve the teaching of these subjects in times of pandemic? Thus, this study aimed to show how biology teachers can improve the classes in a way that students can enjoy more and, consequently, learn better. It also aimed to show the situation of the education in Brazil. Some authors show that the learning process can be improved when the examples used during classes are contextualized to the student's reality and experiences. Thus, it is possible to use the new coronavirus as example during classes to explain concepts as mutation, evolution, genetic code and how they are connected. Together with that it is possible, or even necessary, to use virtual tools, like YouTube or Google Expeditions to make the examples more real, as the students can see what a virus is and how it infects a cell, or how the virus replicates itself. When the student can see, the learning process becomes easier. Also, there are other tools to use for remote classes, especially during pandemic when the people are isolated at home. Although, classes can be easily improved when the students, teachers and schools have conditions to that. The education in Brazil lacks structure for many students and schools. Many of them do not have computers, others do not even have internet access. Therefore, that are many ways to make biology classes more interesting to students, improving their learning process. But the pandemic also showed to Brazil how evident is the inequality among social classes.

**Keywords:** Education during pandemic. Genetics teaching. Remote classes. Virtual educational tools. Virtual teaching.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Painel criado pela Centro para Sistemas de Ciências e Engenharia da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos) para rastrear casos relatados da doença. ....	13
<b>Figura 2.</b> Dinâmica de transmissão do vírus responsável por causar a COVID-19. ....	15
<b>Figura 3.</b> Google Sala de Aula.....	18
<b>Figura 4.</b> Brainstorming. ....	22
<b>Figura 5.</b> Comparação entre sequências genômicas de alguns coronavírus. .	25
<b>Figura 6.</b> Variações de aminoácidos que formam a proteína spike de diferentes coronavírus.....	28
<b>Figura 7.</b> Alguns recursos educacionais adotados em diferentes localidades do Brasil. ....	30
<b>Figura 8.</b> Google Expedições .....	33
<b>Figura 9.</b> Capturas de tela de vídeos do YouTube. ....	34
<b>Figura 10.</b> Domínio de ligação do receptor do vírus SARS-CoV-2 interagindo com receptor ACE2. ....	35



## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1.** Códon de RNA mensageiro correspondentes aos aminoácidos... 26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>20</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
5.1 O NOVO CORAVÍRUS COMO EXEMPLO EM SALA DE AULA.....	24
5.2 FERRAMENTAS VIRTUAIS.....	29
5.3 PANORAMA DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA DURANTE A PANDEMIA ....	36
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXO I</b> .....	<b>46</b>
Plano de aula .....	46
<b>ANEXO II</b> .....	<b>52</b>
Reportagem.....	52

## 1 INTRODUÇÃO

A doença coronavírus 2019, mais conhecida como COVID-19, foi anunciada oficialmente pela Organização Mundial de Saúde (WHO - sigla em inglês para *World Health Organization*) em 11 de fevereiro de 2020 (THE LANCET, 2020). Um mês depois, essa doença foi caracterizada pela mesma agência como pandemia, alcançando cerca de 114 nações e mais de 118 mil infectados (SAÚDE, 2020).

A COVID-19 é causada pelo vírus SARS-CoV-2 (provisoriamente nomeado como 2019-nCoV), um vírus pertencente à família Coronaviridae cujo genoma é formado por uma fita simples de RNA com polaridade positiva (++ssRNA) (CHEN; LIU; GUO, 2020; GORBALENYA et al., 2020). Os representantes dessa família são conhecidos por infectar humanos e animais, como gado, porcos, camelos, cavalos, gatos, cachorros, morcegos, além de outros diversos animais domésticos e selvagens (FEHR; PERLMAN, 2015). Assim, vemos que esse vírus ultrapassou as barreiras existentes entre as diferentes espécies para sua transmissão.

Podemos, então, nos perguntar: como isso foi possível? O que aconteceu no genoma desse vírus que o possibilitou infectar animais e, também, seres humanos? Sabemos que isso só foi possível devido a diferentes tipos de mutações que ocorreram no genoma destes vírus e, assim, vemos a importância de se ensinar sobre genética, virologia ou até mesmo biologia celular na escola. Muitas vezes, porém, essas disciplinas são de difícil entendimento, principalmente quando se trata de ensino remoto, fazendo-se necessário o uso de exemplos mais concretos e outras ferramentas de estudo para auxiliar o processo de ensino - aprendizagem dos alunos.

O mês de março de 2020 foi o mês em que todas as escolas de Educação Básica do Brasil, tanto do âmbito público quanto privado, viram a necessidade de interromper o ensino presencial e fazer a opção pelo ensino remoto para tentar desacelerar o avanço da COVID-19. Assim, uma das maiores dificuldades para os professores (e alunos) tem sido fazer essa transição de suas aulas para

o meio virtual, no qual é necessário usar um conjunto de ferramentas completamente diferente do que estão acostumados, de uma forma que não haja perda da qualidade do ensino (ORTIZ, 2020).

Como ensinar, então, virologia, genética ou biologia celular no cenário em que estamos vivendo de forma a facilitar o ensino dessas disciplinas sem que haja perda da qualidade e faça o aluno a se interessar pelos assuntos?

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Esse estudo teve como objetivo mostrar algumas formas de como professores de biologia podem melhorar suas aulas para o Ensino Médio utilizando o novo coronavírus como exemplo atual e utilizando algumas ferramentas virtuais para complementação do conteúdo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste projeto foram:

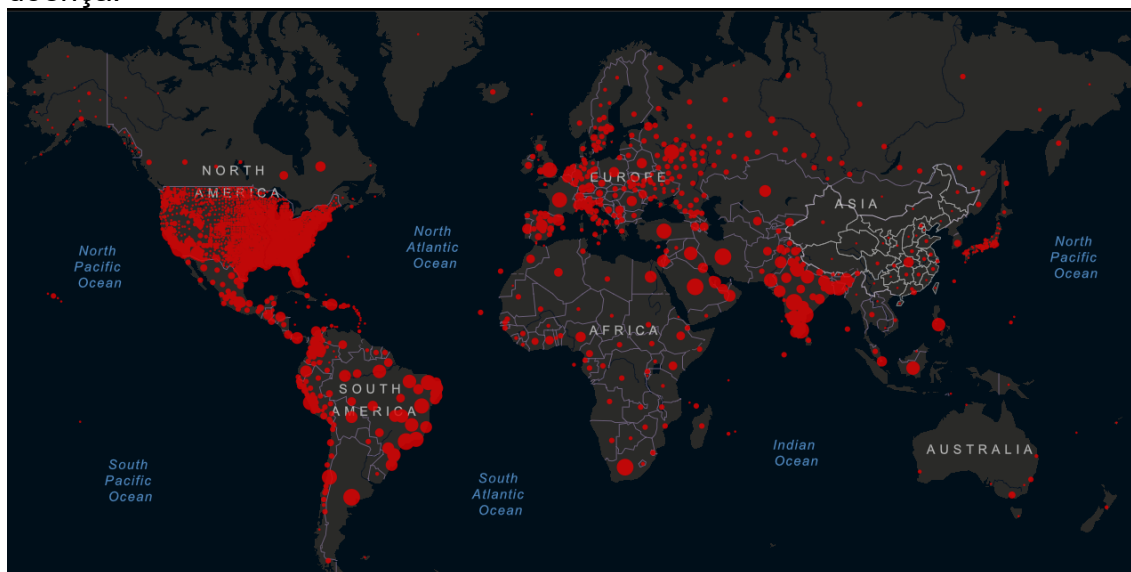
- Trazer ideias de como utilizar a evolução do SARS-COV-2 como exemplo atual no ensino da genética;
- Utilizar ferramentas virtuais que permitam a visualização das modificações pelas quais passou o vírus;
- Abordar, ainda, como usar as ferramentas de ensino virtual podem servir como material complementar para melhorar o processo ensino-aprendizagem;

### 3 JUSTIFICATIVA

Foi na cidade de Wuhan, na província de Hubei na China, em que foi inicialmente detectada uma pneumonia de causa desconhecida em dezembro de 2019 (DONG; DU; GARDNER, 2020). As autoridades do Centro de Controle e Prevenção de Doenças da China (CCDC) identificaram o agente causador como sendo um vírus, o qual denominaram de Coronavírus da Síndrome Respiratória Severa Aguda 2 (SARS-CoV-2) (SOHRABI et al., 2020).

Um mês após a detecção dos primeiros casos, em janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou, então, que a COVID-19 (doença causada pelo SARS-CoV-2) se tratava de uma Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional (SOHRABI et al., 2020). É possível observar na figura 1 a incidência da COVID-19 em diversos países do globo.

**Figura 1.** Painel criado pela Centro para Sistemas de Ciências e Engenharia da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos) para rastrear casos relatados da doença.



Esse painel é atualizado diariamente, sendo que essa imagem se refere ao dia 20 de agosto de 2020. A plataforma desenvolvida traz diversas informações, como total de casos confirmados, casos confirmados por região etc. Fonte: DONG; DU; GARDNER, 2020. Disponível em: <<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

O SARS-CoV-2 é o terceiro vírus dessa família a causar um surto na última década, e acredita-se que o vírus tenha sido transmitido por morcegos (LI et al., 2020). O primeiro foi SARS-CoV, responsável por causar a Síndrome Respiratória Aguda Severa (SARS) em 2002/2003, vírus identificado inicialmente

em civetas - um animal de pequeno porte, em sua maioria com hábitos noturnos, nativo da Ásia tropical e África (CHEN; LIU; GUO, 2020; MALIK et al., 2020). Ele foi seguido pelo MERS-CoV, responsável por causar a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) em 2012, sendo que os camelos estavam relacionados à transmissão desse vírus (CHEN; LIU; GUO, 2020; MALIK et al., 2020). Podemos ver, então, que todos eles são vírus que ultrapassaram a barreira entre espécies e se tornaram capazes de infectar seres humanos.

Para que ocorra a infecção de células humanas pelo SARS-CoV-2, cientistas mostraram que uma proteína, conhecida como proteína *spike*, é facilitadora desse processo (HOFFMANN; KLEINE-WEBER; PÖHLMANN, 2020). Ainda de acordo com Hoffmann, Kleine-Weber, Pöhlmann (2020), essa proteína é encontrada ao longo de todo o envelope viral do SARS-CoV-2 e é formada por duas subunidades: S1, a qual se liga ao um receptor celular, e S2, uma subunidade transmembrana que permite a união entre o envelope viral e a membrana celular.

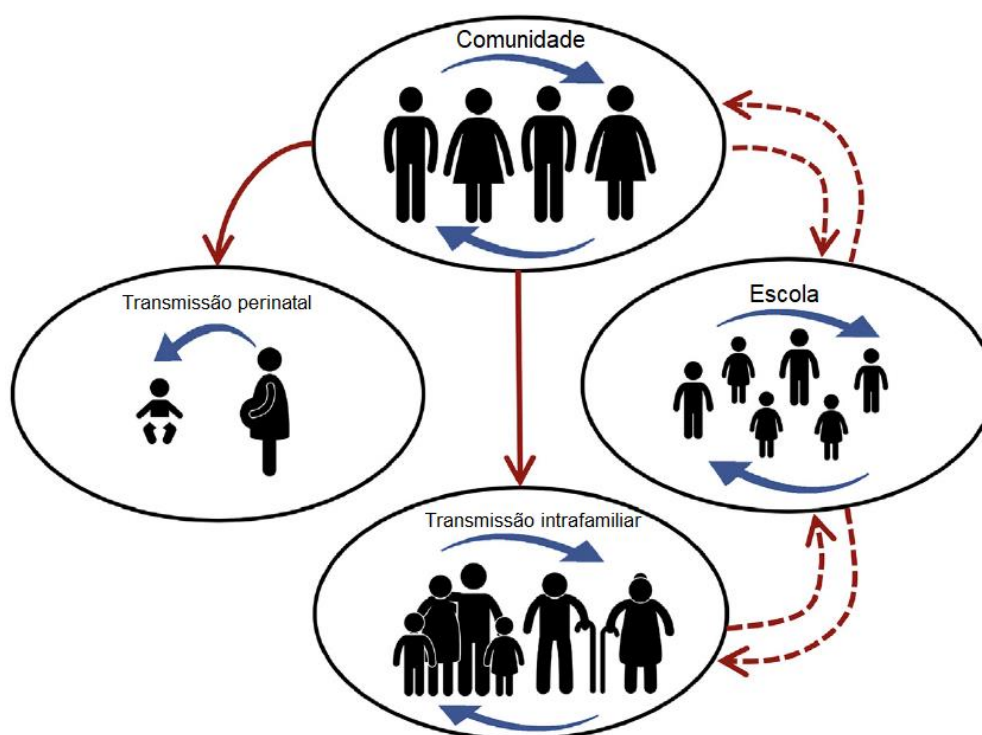
Apesar de ainda não se saber ao certo quantos indivíduos são contaminados por alguém que contraiu coronavírus, Li et al. (2020) acreditam que uma pessoa pode chegar a contaminar outras 2,2, porém esses dados estão sendo processados e alterados a cada dia. O que torna essa doença ainda mais preocupante em relação a sua disseminação é que não é necessário expressar sintomas para que haja a transmissão. Foi estimado que o período de incubação do vírus no paciente pode variar de 1 a 19 dias até que se apareça o primeiro sintoma. Mas, de acordo com alguns estudos, calcula-se que cerca de 86% das infecções não são documentadas por se tratar de portadores assintomáticos do vírus, sendo que pelo menos metade desses pacientes transmitem o vírus, dificultando o controle da disseminação da COVID-19 (BAI et al., 2020; LI et al., 2020).

Por esse motivo, o distanciamento social tem sido citado como uma das mais importantes medidas preventivas, visto que a transmissão pode acontecer por meio de gotículas resultantes da respiração que contêm o vírus (CAO et al., 2020). Em 21 de março de 2020 no Brasil declarou-se que a COVID-19 está no estágio de transmissão comunitária (BRASIL, 2020), ou seja, havendo

transmissão do vírus entre pessoas que não estiveram em países com registro da doença, muitos governadores começaram a adotar estratégias de restrição de circulação a fim de diminuir a disseminação do SARS-CoV-2. Dentre essas estratégias, houve a declaração de quarentena e a determinação do distanciamento social, em que se obriga o fechamento do comércio e mantém-se funcionando apenas serviços essenciais, bem como restringir a circulação de pessoas de forma a incentivar que elas fiquem em casa (BRASIL, 2020).

A transmissão também pode se dar, por exemplo, por meio de gotículas, espirros e contato com superfícies contaminadas e, de acordo com VAN DOREMALEN et al. (2020), o vírus pode sobreviver por algumas horas em suspensão no ar ou até mesmo durante dias em alguns tipos de superfícies. Assim, as escolas se tornam o cenário ideal para a disseminação do vírus entre as crianças e, estas, a adultos mais vulneráveis, como podemos observar na figura 2.

**Figura 2.** Dinâmica de transmissão do vírus responsável por causar a COVID-19.



A transmissão do vírus, classificada como transmissão comunitária, ocorre em uma comunidade, afetando principalmente adultos. Esse vírus, então, se espalha dentro da família e atinge idosos e crianças. Crianças infectadas podem transmitir para outras crianças dentro do ambiente escolar, as quais poderão levar o vírus para dentro de sua família e/ou comunidade. Fonte: Adaptado de CAO et al., 2020.



Com isso, as escolas de Educação Básica brasileiras precisaram se reinventar e optar pelo ensino remoto. De acordo com a Medida Provisória 934/2020, as escolas do ensino básico e superior ficam desobrigadas a cumprir a quantidade mínima de 200 dias letivos e, a carga horária de 800 horas que ensino fundamental, médio e superior precisam cumprir, podem ser divididas em menos dias letivos (BRASIL, 2020). O texto ainda permite que as instituições desenvolvam atividades pedagógicas de forma remota, sendo estas contabilizadas no cumprimento da carga horária prevista em lei (BRASIL, 2020). Assim, muitas escolas de âmbito privado e público começaram a optar por plataformas de ensino online como o Google Sala de Aula (*Classroom*). O Google Sala de Aula é um dos aplicativos do Google voltado para a educação e que inclui ferramentas como o *Drive*, *Gmail*, *Docs*, Formulários etc. sendo de fácil uso e gratuito (DASH, 2019). Dentro do *Classroom*, existe um mural que permite a interação de todos os integrantes da turma, uma aba de atividades em que o professor pode colocar o conteúdo que será desenvolvido, podendo ser em forma de atividade, material, tópico ou perguntas (figura 3). Assim, vemos que essa ferramenta permite desenvolver uma diversidade de funções para que seja possível, em tempos de pandemia, trabalhar com o ensino remoto.

Mesmo com essa facilidade e estudos mostrando que o uso de recursos educativos como YouTube têm alta eficiência educacional (DASH, 2019), muitas matérias ainda são de difícil aprendizagem, especialmente quando se trata de ensino remoto. Matérias como biologia celular, genética ou até mesmo virologia podem ser de difícil entendimento devido à complexidade das estruturas envolvidas, como proteínas e ácidos nucleicos (PETERSON et al., 2020). Assim, o entendimento sobre essas estruturas complexas pode ser um grande desafio para diversos alunos.

Jann e Leite (2010) afirmam que os conceitos de DNA, genes, proteínas entre outros, são conceitos abstratos por natureza e, por isso, muitas pessoas ao redor do mundo apresentam dificuldade em fazer uma assimilação. Heck e Hermel (2013) afirmam que a Biologia Celular, apesar de sua importante contribuição para a construção do conhecimento biológico do aluno, é um conteúdo abstrato para muitas pessoas. Isso pode ser visto em uma análise

realizada por Dias (2008) dos índices de aproveitamento (IA) de candidatos que prestaram o vestibular Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) entre 2001 e 2008, totalizando 160.665 candidatos. Dias (2008) mostra que, em questões relacionadas ao tema Genética, 10% dos candidatos tiveram IA muito baixo e 70% apresentaram IA baixo. Os candidatos também apresentaram um baixo IA em assuntos sobre a célula, sendo que 15% tiveram IA muito baixo e 40% tiveram IA baixo. Quando se tratou do subtema divisão celular, 40% dos candidatos apresentou IA muito baixo e outros 40% um IA baixo.

Para vencer essa dificuldade, existem vários aplicativos que permitem a visualização dessas estruturas, alguns inclusive de distribuição gratuita. Citando alguns deles, temos o Cn3D (“*See in 3D*”) do Centro Nacional para Informação Biotecnológica (NCBI). Essa ferramenta pode ser usada também *online* e ela permite visualizar a estrutura e a sequência dos aminoácidos (NCBI, 2020).

Com toda essa integração de novas tecnologias no ensino, algumas ferramentas têm se mostrado extremamente úteis: ferramentas de realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR). Essas são tecnologias novas que vêm ganhando espaço em muitas instituições de ensino, uma vez que possuem um grande potencial para aplicação na educação (SAIDIN; HALIM; YAHAYA, 2015). Sistemas de aprendizagem que usam AR fazem com que o ambiente de ensino se torne mais atrativo de forma que estimula e anima o aluno em se aprofundar nessas matérias (WENG et al., 2016). Apesar de muitas dessas ferramentas e aplicativos de AR serem pagos, a Google tem um aplicativo chamado Google Expedições cuja licença de utilização é gratuita. Esse aplicativo permite explorar o mundo virtualmente, incluindo assuntos como células, vírus, bactérias, sendo possível ver cenas em 360° e objetos em 3D, destacando os itens principais de cada assunto estudado (GOOGLE, 2020).

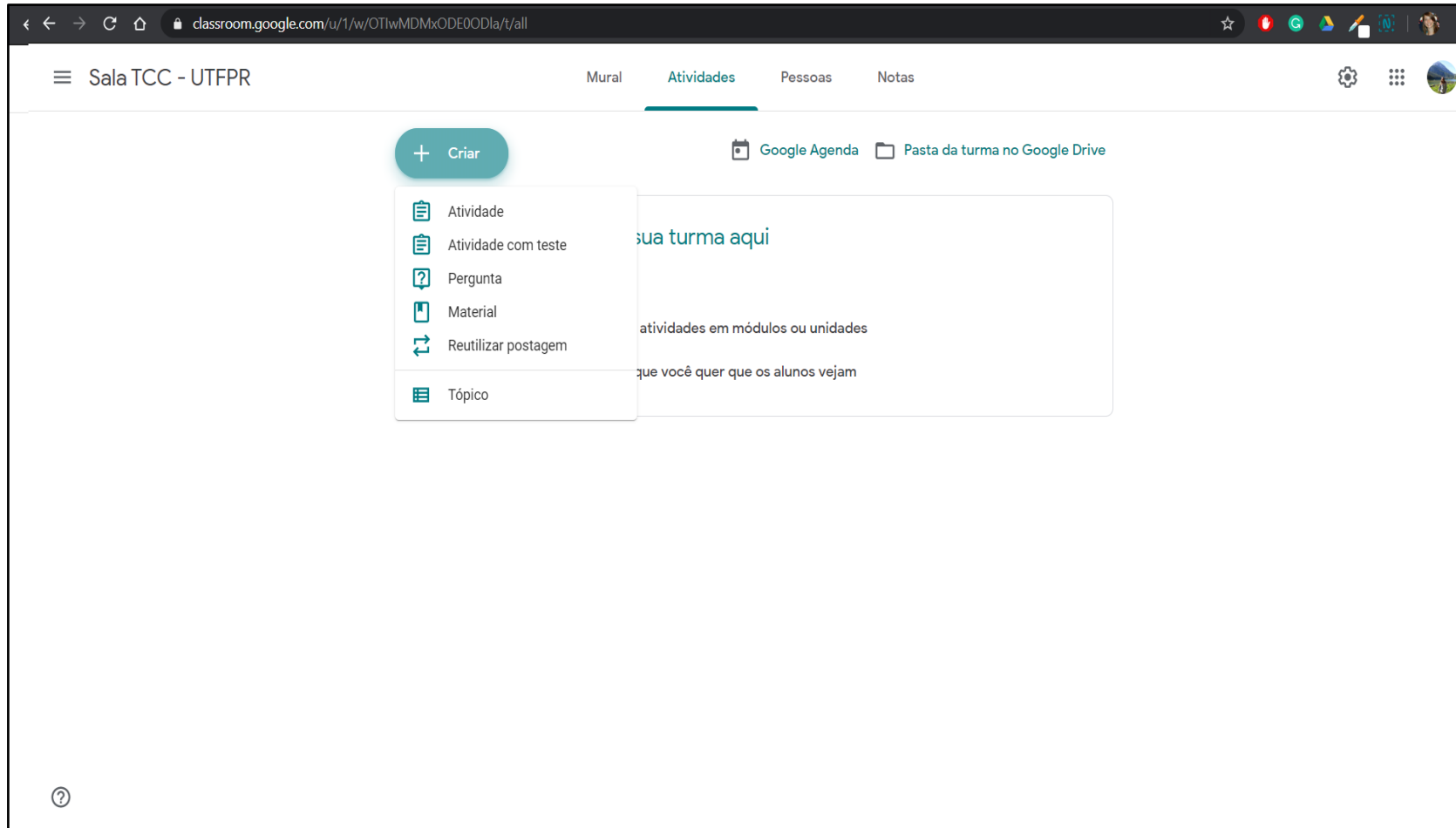
Ainda se tratando de ferramentas VR, o Nanome é uma ferramenta com opção de licença gratuita com a qual também é possível visualizar diferentes macromoléculas 3D, como proteínas e ácidos nucleicos. Esse programa foi criado inicialmente para auxiliar cientistas no estudo dessas moléculas e, no caso do SARS-CoV-2, a proteína *spike* responsável por se ligar nas células humanas para infectá-las (NANOME, 2020).

Figura 3. Google Sala de Aula.

A

The screenshot shows the Google Classroom interface for a class named "Sala TCC - UTFPR". The browser address bar displays the URL: `classroom.google.com/u/1/c/OTlwMDMxODE0ODla`. The page header includes navigation tabs for "Mural", "Atividades", "Pessoas", and "Notas", along with settings and user profile icons. The main content area features a large blue banner with the class name "Sala TCC - UTFPR" and the class code "Código da turma 5obsifz [ ]". Below the banner, there are three main sections: "Próximas atividades" (Next activities) showing "Nenhuma atividade para a próxima semana" (No activities for next week) with a "Visualizar tudo" (View all) link; "Compartilhe algo com sua turma..." (Share something with your class...); and "Comunique-se com sua turma aqui" (Communicate with your class here), which includes options to "Criar e programar avisos" (Create and schedule announcements) and "Responder às postagens dos alunos" (Respond to student posts). A help icon is visible in the bottom left corner.

B



Em A temos a página inicial do Google Sala de Aula em que está o mural. Em B, temos a página “Atividades” em que o professor pode adicionar atividades, perguntas e material. Fonte: Criada pela autora.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para dar início ao projeto, foi realizada uma atividade conhecida como *brainstorming* (conforme figura 4), ou tempestade de ideias, é uma técnica utilizada com o objetivo central de pensar em soluções para os problemas em questão e, desta forma, decidir qual seria o tema abordado no decorrer do trabalho. Essa técnica proposta pelo publicitário Alex Osborn (1888-1966) pode ser realizar tanto individualmente quanto em grupo (FURNHAM; YAZDANPANAHI, 1995)

Segundo Baxter (2008) quando se utiliza o *brainstorming*:

“É possível conseguir mais de 100 ideias em uma sessão de uma a duas horas. As ideias iniciais geralmente são as mais óbvias e aquelas melhores e mais criativas costumam aparecer na parte final da sessão”. (BAXTER, 2008, p. 68).

Assim, para se fazer o *brainstorming* foi necessário pensar, primeiramente, em qual era o problema (no caso, o ensino da genética). Então, foi necessário escrever palavras ou frases que se relacionavam com “ensino de genética”. Por ser o foco desse trabalho, a primeira pergunta que surgiu foi “Como melhorar?” e, dessa forma, foi possível fazer muitas associações sobre um único tema. Associações como assuntos estudados em genética também foram surgindo e foi possível interligar diferentes temas.

Como esse projeto trata-se de uma pesquisa bibliográfica e criação de um plano de aula para o Ensino Médio, foram necessárias três etapas: primeiramente, foi realizado um levantamento de dados envolvendo a coleta de informações sobre o vírus causador da COVID-19. Esses dados teóricos deram a base estrutural para a realização da pesquisa, através de uma bibliografia especializada para a qual elencaram-se livros, textos, sites de pesquisa e outros materiais de natureza científica, disponíveis no meio eletrônico. Isso permitiu que fossem reunidas diferentes informações encontradas nas fontes consultadas.

A pesquisa dos artigos foi realizada por meio de consulta às bases de dados PubMed (*US National Library of Medicine*), SciELO (*Scientific Electronic*

*Library Online*), EBSCO, Google Acadêmico, MDPI (*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*) e BioMed Central. Os conteúdos foram selecionados a partir de artigos publicados nos idiomas tanto inglês quanto português, escolhendo, preferencialmente, as fontes de datas mais recentes.

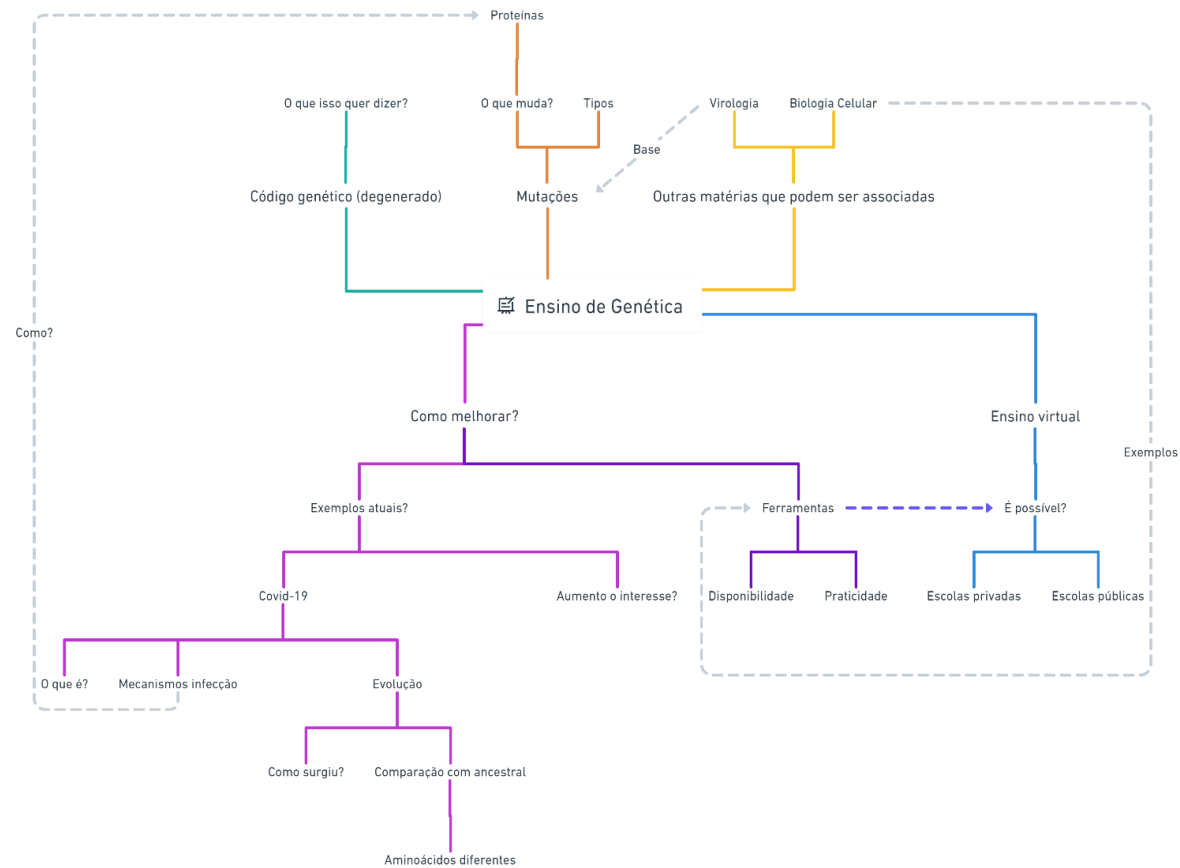
Essa pesquisa foi realizada a fim de coletar dados que mostrem algumas das mudanças importantes que ocorreram no genoma do vírus, por exemplo, a diferença de aminoácidos entre o SARS-CoV-2 e outro vírus que seja geneticamente mais similar, a qual fez com que as proteínas mudassem e tornassem possível a infecção de seres humanos. Ainda com esses dados foi possível realizar uma comparação dessas sequências genéticas para trabalhar conceitos como código genético degenerado, bem como conceitos de mutação e substituição e como essas mudanças afetaram a expressão gênica (observada na diferença na sequência de aminoácidos).

Tendo isso em vista, uma nova pesquisa bibliográfica foi realizada de forma a encontrar possíveis ferramentas virtuais de licença gratuita para que se possa fazer a visualização de moléculas 3D, como DNA, RNA ou proteínas, e, se possível, fazer uma comparação da estrutura dessas proteínas para evidenciar como as mutações afetam a conformação. Ainda, trazer exemplos de ferramentas virtuais que façam com que a explicação da expressão gênica se torne mais interativa e atrativa para o aluno.

Foram coletadas, também, informações sobre aplicativos que podem ser utilizados para o ensino remoto a fim de dar continuidade às aulas durante a pandemia. Ainda, foram coletadas informações sobre aplicativos que podem ser utilizados tanto no ensino presencial (como ferramenta complementar) quanto no ensino remoto a fim de tornar o ensino mais divertido e interessante para os alunos.

Essas ferramentas e aplicativos foram encontradas por meio de buscas simples em sites de buscas com os termos: “aplicativos realidade aumentada x realidade virtual sala de aula”, “ferramentas de visualização de moléculas 3D”, “3D viewer molecules”, “3D protein structure”, “free apps biology”, “virtual reality tools for biology”, “apps to use in classroom”.

Figura 4. Brainstorming.



Quando se fala em “Ensino de Genética”, os primeiros conteúdos que são lembrados são a sequência de aminoácidos e o porquê o código genético é chamado de degenerado e as mutações. Assim, fez-se associações com outras disciplinas, já que mutações são objeto de estudo na virologia. Sabe-se que os alunos têm dificuldades nessa disciplina, e por isso o tópico “Como melhorar?”. Utilizando ferramentas, mas será que elas estão disponíveis para alunos da rede pública de ensino? Cada cor representa um tópico. Fonte: Próprio autor

Por fim, tendo os dados sobre o vírus causador da COVID-19 e as possíveis ferramentas a serem usadas tanto no ensino remoto como em sala de aula a fim de tornar a aula mais dinâmica e interativa, será montado um plano de aula com uma sequência lógica de assuntos e exemplificando como as ferramentas digitais podem ser usadas para o ensino.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 O NOVO CORAVÍRUS COMO EXEMPLO EM SALA DE AULA

Disciplinas como genética e biologia celular, por exemplo, podem ser de difícil compreensão para alunos, devido sua característica abstrata. Isso porque a maioria do que é visto nessas disciplinas não pode ser visto à olho nu. Como explicar os eventos de mutação ou a infecção de células por vírus quando temos, muitas vezes, apenas imagens representativas e fora de contexto? Esse problema no ensino pode se tornar maior quando o mundo vivencia uma pandemia e, como medida de disseminação da doença, escolas foram fechadas, dando-se início ao ensino remoto. Agora, os professores precisam lidar com mais esse problema: ensinar biologia com uma série de termos complexos e de difícil compreensão de maneira remota. Então, por que não utilizar o novo coronavírus como exemplo atual e contextualizado como estratégia para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa?

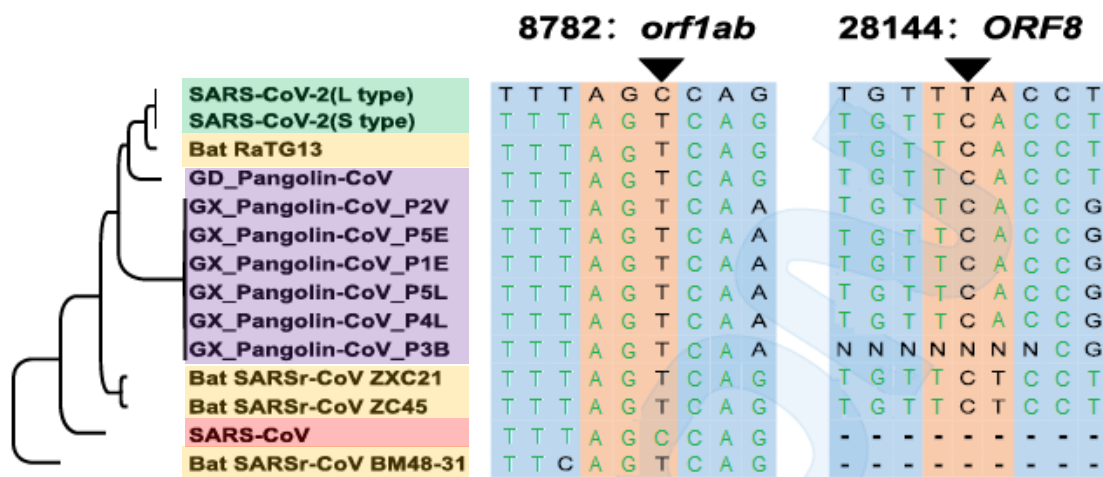
Krasilchik (2004) afirma que um ensino significativo necessita de exemplos suficientes para que o aluno seja capaz de construir associações e analogias, permitindo que ele, a partir de suas experiências pessoais, possa contextualizar o conteúdo.

“A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis” (KRASILCHIK, 2004, p. 57).

Por isso, trazer alguns dos eventos que aconteceram com os indivíduos da família Coraviridae e que resultaram nessa pandemia, aliada com ferramentas que permitam ao aluno visualizar esses eventos, pode ser uma forma de contextualizar e facilitar a construção do conhecimento. As ferramentas a serem utilizadas no ensino são as ferramentas virtuais e será abordado um pouco sobre algumas delas mais adiante.

Inicialmente, pode-se discorrer sobre a origem e evolução dos coronavírus. O estudo realizado pelos pesquisadores Tang et al. (2020) traz uma comparação entre duas sequências genômicas do novo coronavírus (SARS-CoV-2) com as de vírus intimamente relacionados (figura 5).

**Figura 5.** Comparação entre sequências genômicas de alguns coronavírus.



**Legenda:**

- Tipos do novo coronavírus causador da COVID-19.
- Tipos de coronavírus encontrados em pangolins.
- Tipos de coronavírus encontrados em morcegos
- Coronavírus causador da SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave).

Fonte: Adaptado de TANG et al. (2020). Os aminoácidos marcados em verde são idênticos aos do SARS-CoV2 tipo L e, em preto, aminoácidos diferentes. – representa *gap*.

Com esses dados já é possível dar início a uma aula de evolução ou genética e discutir os mecanismos que geraram essas diferenças entre um genoma e outro. Como os vírus possuem grandes tamanhos de população devido a sua rápida multiplicação, eles sofrem com altas taxas de mutação, ou seja, a taxa de aparecimento de erros durante a replicação viral fazendo, então, que possuam alta taxa de evolução (PECK; LAURING, 2018). Ou seja, por meio desse exemplo é possível explicar que mutações são erros que ocorrem no material genético e geram variabilidade genética de forma que permitiu que um vírus, que antes contaminava animais, conseguiu infectar também humanos por ter adquirido características novas.

Os alunos podem, porém, pensar em como uma simples mutação pode gerar diferenças de um vírus para outro. Assim, pode-se fazer uma associação

com a codificação dos aminoácidos. Sabemos que cada aminoácido é codificado por uma trinca de bases nitrogenadas ( A, T, C ou G), ou seja, cada três bases em sequência indicam para a maquinaria da célula qual aminoácido produzir. À essa trinca, damos o nome de códon, em um sistema chamado código genético (Quadro 1)

**Quadro 1.** Códon de RNA mensageiro correspondentes aos aminoácidos.

	U	C	A	G	
U	UUU Fenilalanina (F)	UCU Serina (S)	UAU Tirosina (Y)	UGU Cisteína (C)	U C A G
	UUC	UCC	UAC	UGC	
	UUA Leucina (L)	UCA	UAA Stop códon	UGA Stop códon	
	UUG	UCG	UAG Stop códon	UGG Triptofano (W)	
C	CUU Leucina (L)	CCU Prolina (P)	CAU Histidina (H)	CGU Arginina (R)	U C A G
	CUC	CCC	CAC	CGC	
	CUA	CCA	CAA Glutamina (Q)	CGA	
	CUG	CCG	CAG	CGG	
A	AUU Isoleucina (I)	ACU Treonina (T)	AAU Asparagina (N)	AGU Serina (S)	U C A G
	AUC	ACC	AAC	AGC	
	AUA	ACA	AAA Lisina (K)	AGA Arginina (R)	
	AUG Metionina (M)	ACG	AAG	AGG	
G	GUU Valina (V)	GCU Alanina (A)	GAU Ácido Aspártico (D)	GGU Glicina (G)	U C A G
	GUC	GCC	GAC	GGC	
	GUA	GCA	GAA Ácido Glutâmico (E)	GGA	
	GUG	GCG	GAG	GGG	

Fonte: Adaptado de BRANCIAMORE, CHEN e RODIN (2010).

Como podemos observar no quadro 1, mais de um códon codifica um aminoácido e, por isso, o código genético é chamado de degenerado. Para os alunos, esse quadro pode não ter tanto significado fora de contexto, mas, como vimos anteriormente, o vírus sofreu mutações e essas podem alterar quais os aminoácidos serão formados. Por isso, é possível trazer outro exemplo de como sequências genéticas diferentes, alteram a sequência de aminoácido e, conseqüentemente, a proteína formada e sua conformação, dando características diferentes aos vírus.

Com a informação sobre as variações dos aminoácidos que formam a proteína *spike* (proteína responsável por se ligar à membrana celular e dar início à infecção da célula pelo vírus) (figura 6) é possível mostrar como pequenas

mutações podem alterar significativamente o vírus e trabalhar de diferentes formas em sala de aula. É possível, por exemplo, pedir que os alunos escrevam uma possível sequência genética para os aminoácidos de posições alinhadas e depois comparar o resultado. Ou ainda é possível trabalhar brevemente o conceito de conformação das proteínas, uma vez que sua conformação depende de ligações químicas. Como cada aminoácido se ligará de forma diferente para



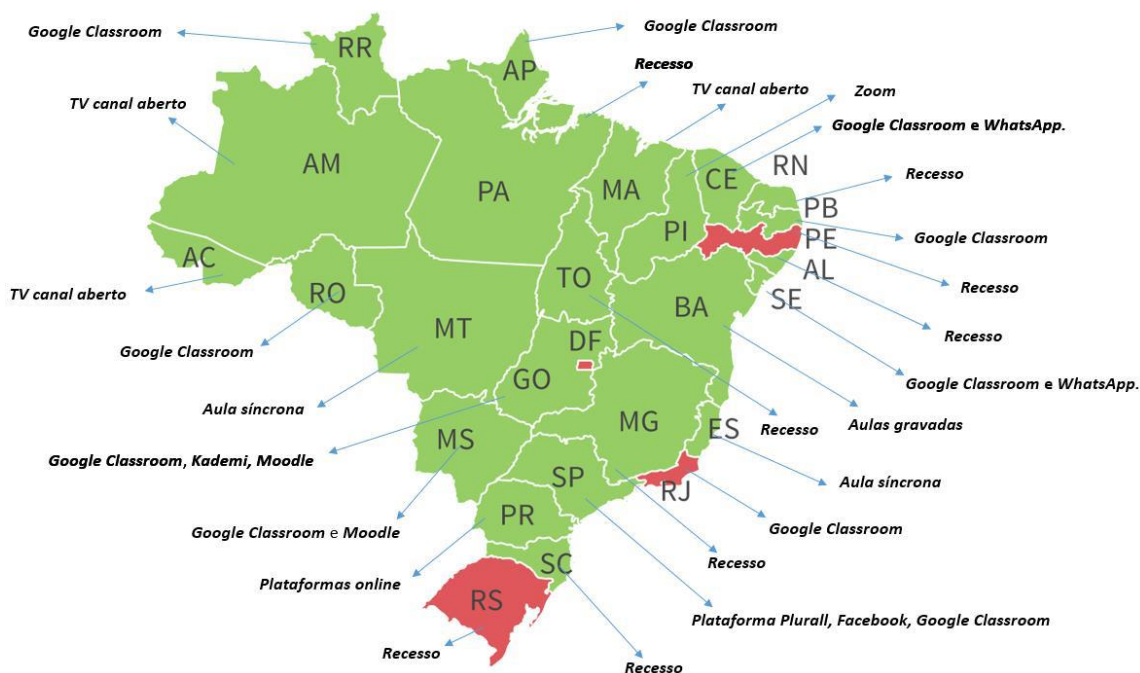
formar uma proteína, proteínas responsáveis por se ligarem à membrana das células humanas de diferentes coronavírus serão diferentes, dando uma boa visão do que é a ideia “chave e fechadura”. Claro que se isso for trabalhado unicamente utilizando esses exemplos representados por tabelas ainda será de difícil compreensão, sendo necessária associação com ferramentas virtuais para melhor visualização.

## 5.2 FERRAMENTAS VIRTUAIS

Para que houvesse uma prevenção maior ao contágio pelo SARS-CoV-2, governadores de diversos estados brasileiros decretaram quarentena para que as pessoas praticassem o isolamento social e, dessa forma, um dos ramos mais afetados por isso foi o da educação. Apesar de não haver muitas informações a respeito da dinâmica de transmissão, foi relatado que crianças, em sua maioria, aparentavam ter quadros sintomáticos mais leves (LAU et al., 2004; CAO et al., 2020) e que, com um aumento no número de testes, houve uma comprovação no aumento de resultados positivos em crianças e jovens adultos (ZHANG, 2020). Assim, como forma de evitar a rápida disseminação da Covid-19, os governadores dos Estados brasileiros decretaram, em março de 2020, o fechamento das escolas.

Como se trata de uma situação nunca vivida por nossa geração e a incerteza do seu tempo de duração, as escolas precisaram encontrar novos meios de alcançar os alunos e para isso, muitas contaram com o avanço tecnológico para manter as aulas, como é o caso das escolas particulares e algumas da rede pública. Como podemos observar na figura 7, *Google Classroom* (ou Google Sala de Aula), *Zoom*, *Moodle* foram algumas das ferramentas utilizadas para esse meio.

**Figura 7.** Alguns recursos educacionais adotados em diferentes localidades do Brasil.



Fonte: MOREIRA et al., 2020.

O Google Sala de Aula faz parte de um pacote *Google for Education* o qual, além dessa sala de aula virtual, também disponibiliza recursos como Agenda, *Meet*, Documentos, Planilhas e Apresentações (recursos semelhantes ao famoso Word, Excel e PowerPoint da Microsoft), entre outros. Trata-se um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem (SGA) fornecido pela Google aos professores e escolas que auxilia no aprimoramento do fluxo de trabalho, uma vez que permite que os professores economizem tempo, seja com correções de atividades e avaliações por exemplo, auxilia na organização das aulas e melhora a comunicação com os alunos e entre os alunos, além de permitir o desenvolvimento de trabalhos em grupo (IFTAKHAR, 2016; SUDARSANA et al., 2019).

A plataforma Google Sala de Aula conta com quatro abas funcionais: Mural, Atividades, Pessoas e Notas (esta última é visível apenas para o professor). A aba “Mural” funciona como uma linha do tempo, mostrando as atividades ou materiais recentemente publicados na plataforma, servindo também como um ótimo meio para se iniciar uma discussão sobre determinado assunto, uma vez que conta também com uma caixa de texto. Na aba “Atividades” o professor

consegue publicar materiais, criar perguntas e publicar atividades e avaliações, sendo que para estas últimas é possível gerar uma cópia para cada aluno quando este acessar a atividade proposta. Como retorno, o professor recebe atividades e avaliações preenchidas por cada aluno de sua turma, permitindo também atribuir notas para cada atividade entregue. Já na aba “Pessoas”, é possível visualizar todos os integrantes da turma, tanto professores quanto alunos e, por fim, na aba “Notas”, o professor consegue visualizar todas as notas que foram atribuídas aos alunos e se as atividades foram entregues ou não. Assim, vemos que a plataforma traz diversas funcionalidades que facilitam o trabalho do professor e, também, contribuem para o desenvolvimento de habilidades de comunicação dos alunos, uma vez que permite a interação entre eles. Claramente, esse não é o único meio disponível para se criar uma comunicação.

O pacote *Google for Education* disponibiliza também o aplicativo Google Meet. Tanto ele quanto outro aplicativo conhecido como *Zoom* permitem realizar videoconferências. Assim, o professor consegue dar aulas online em horários combinados com os alunos. Ambas as ferramentas contam com áudio, vídeo e *chat*, permitem compartilhar a tela de seu computador, no caso de o professor utilizar uma apresentação de slides para sua aula ou alguma outra ferramenta virtual e, por se tratar de uma videoconferência, permite também a interação dos alunos com o professor e entre os alunos. Caso algum aluno perca a aula, o professor pode optar por gravar as aulas e disponibilizá-las no *YouTube* ou *Google Drive*, por exemplo. Pode-se dizer que tanto o *Zoom* quanto o *Meet* são meios de se realizar aulas síncronas, pois são aulas remotas ministradas ao vivo em horários marcados com o professor, sendo um bom método relacionado ao processo de ensino-aprendizagem (KURILOVAS; KUBILINSKIENE, 2020)

Da mesma forma que o Google Sala de Aula, o *Moodle* é uma plataforma que tem sido muito utilizada. Trata-se de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) no qual o professor pode publicar aulas pré-gravadas e atividades e controlar o acesso dos alunos. Estes, por sua vez, podem acessar os materiais a partir de um computador ou um *smartphone*. Assim, o Moodle também tem se mostrado muito efetivo no que diz respeito ao ensino remoto (VASCONCELOS et al., 2020).



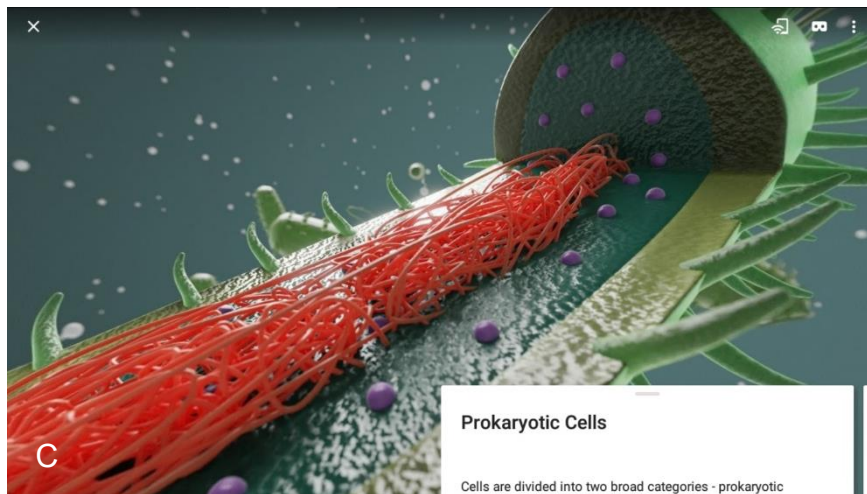
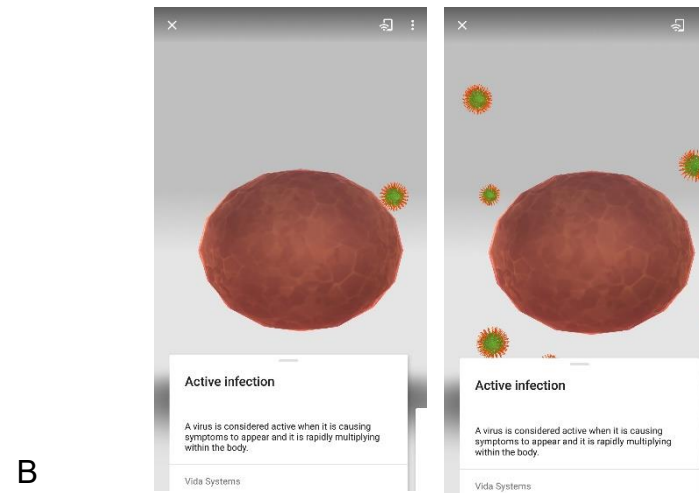
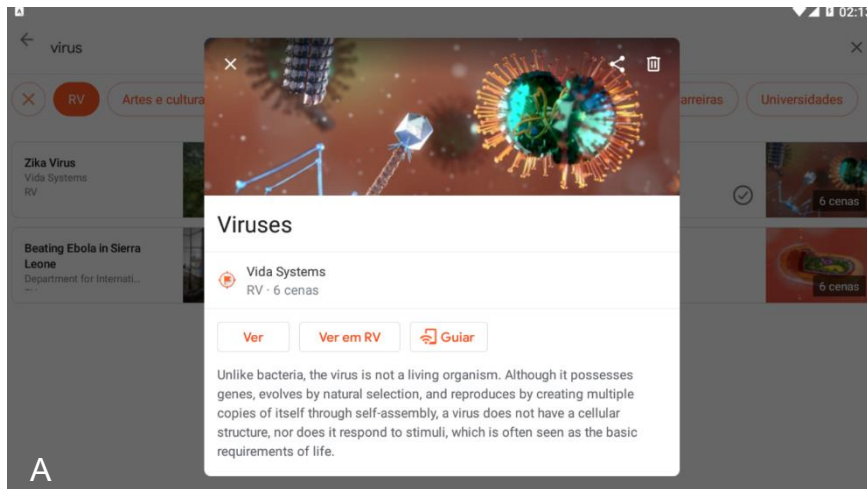
Essas plataformas de nada adiantam, porém, se o professor não instigar o interesse dos alunos por suas aulas. Assim, quais ferramentas utilizar para que as aulas se tornem mais atrativas? Como instigar a curiosidade do aluno em assuntos relacionados à Biologia Celular ou Virologia?

Nas aulas presenciais, a realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA) são ferramentas que têm ganhado muito destaque, especialmente devido ao avanço tecnológico. Com a RV é possível que o aluno se encontre em ambientes gerados por computadores que permitem uma experiência mais realística de pessoas e/ou objetos, por exemplo (FREEMAN et al., 2017). Já com a RA, o usuário consegue visualizar, por meio de tablets ou smartphones, modelos de objetos/pessoas virtuais com os quais pode interagir (rotacionando, por exemplo) sendo que estes aparecem inseridos no mundo real (MILLER et al., 2019). É possível trazer tanto a RV quanto a RA para a sala de aula por meio do aplicativo chamado Google Expedições (figura 8).

O Google Expedições trata-se de um aplicativo de baixo custo e de fácil uso com o qual, o/a professor(a) pode guiar tours para os alunos que estão utilizando óculos de realidade virtual ou até mesmo smartphones por meio de um tablet, por exemplo. Nesses tours é possível observar organelas celulares, vírus e bactérias, diferenciar células procarióticas de eucarióticas, entre outros, de uma forma imersiva que evita outras distrações e faz com que os alunos se interessem mais pelo conteúdo. Dessa forma, o aluno se sente dentro da cena, uma vez que, ao mexer a cabeça, a cena também se move. Outro recurso interessante que o Google Expedições possui é a explicação por meio de áudio do que os alunos estão vendo, além da explicação por escrito que pode ser visualizada ao lado do objeto/estrutura observado. Nesse aspecto, é possível perceber o quanto o uso de RV e RA pode facilitar o ensino de disciplinas como biologia celular, virologia entre outras dentro do grande campo que é a Biologia.

A plataforma de vídeos conhecida como YouTube é uma outra ferramenta que pode ser utilizada durante as aulas presenciais e remotas a fim de melhorar o interesse dos alunos pelas aulas, bem como aprimorar o processo ensino-aprendizagem. Um estudo realizado em 2013 mostrou que alunos de biologia que fizeram uso de vídeos encontrados na internet, finalizaram o curso com

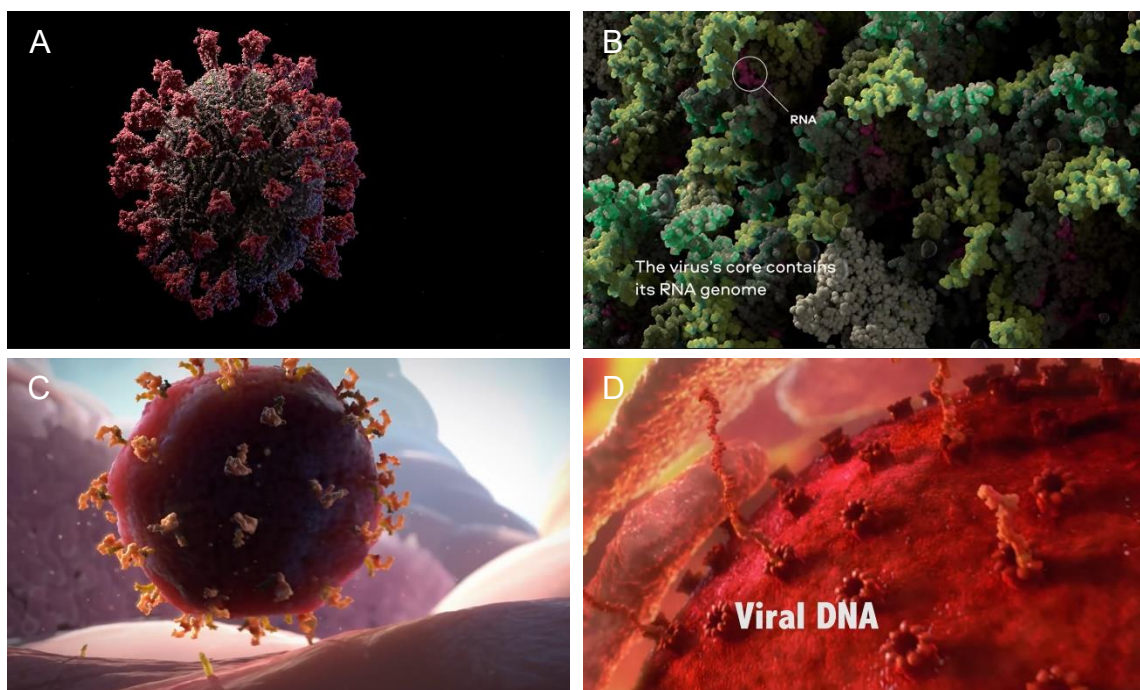
Figura 8. Google Expedições



Capturas de tela do aplicativo. A. opções para visualizar ou guiar; B. animação de infecção ativa causada por vírus em células em RA. C. VR de uma célula procariótica. D. Visualização utilizando óculos de RV. Fonte: Google Expedições.

notas maiores quando comparados aos alunos que não fizeram uso dos vídeos (DUPUIS; COUTU; LANEUVILLE, 2013). Isso pode ser explicado pelo fato que os vídeos, quando utilizados como recursos educacionais, são capazes de prender mais a atenção dos alunos fazendo com que estes retenham mais o conhecimento, especialmente porque é mais fácil de se lembrar de estímulos visuais que estímulos auditivos (MOGHAVVEMI et al., 2018). Em uma busca rápida pela plataforma, foi possível encontrar diferentes vídeos de diferentes canais relacionados à ciência sobre os vírus e suas estruturas (como material genético), sobre como ocorre sua entrada pela célula, como se dá sua reprodução e quais suas ações no tecido que está infectando (figura 9). Dessa forma, os alunos conseguem uma melhor compreensão desses processos, saindo de uma concepção abstrata para uma mais concreta, uma vez que, para que muitos desses eventos sejam observados, são necessários equipamentos que apenas laboratórios altamente equipados possuem.

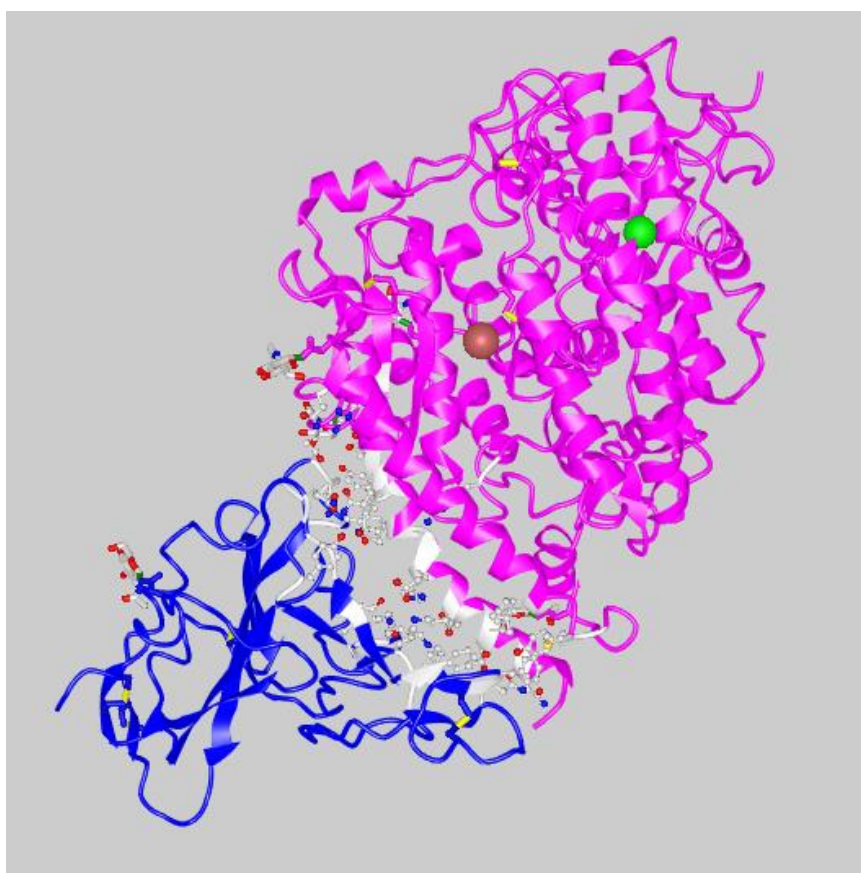
**Figura 9.** Capturas de tela de vídeos do YouTube.



Quatro capturas de tela de vídeos disponíveis na plataforma YouTube. A. Representação 3D do vírus SARS-CoV-2, causador da Covid-19; B. Representação 3D das estruturas virais do novo coronavírus; (Fonte: VISUAL SCIENCE, 2020); C. Vídeo explicando como ocorre a ligação das proteínas virais às proteínas da célula, momentos antes da infecção; D. Representação do DNA viral, momentos antes de sua replicação (Fonte: VACCINE MAKERS PROJECT, 2020).

Por fim, ainda temos ferramentas online como o Cn3D e softwares como NANOME. O Cn3D, como o próprio nome diz, refere-se a uma plataforma que permite a visualização de diferentes tipos de moléculas biológicas em 3D (figura 10). Essa plataforma foi criada pelo Centro Nacional para Informação Biotecnológica (da sigla em inglês NCBI), estando disponível desde 2016, e é uma ferramenta poderosa capaz de mostrar a estrutura e a sequência dos aminoácidos, sendo de licença gratuita para uso (NCBI, 2020). Já o NANOME utiliza a RV para que essa visualização seja possível (NANOME, 2020).

**Figura 10.** Domínio de ligação do receptor do vírus SARS-CoV-2 interagindo com receptor ACE2.



Fonte: NCBI (2020).

Assim, estruturas como a mostrada pela figura 7 são os tipos de estruturas que podem ser observadas com essas ferramentas. O NANOME ainda permite a visualização da estrutura 3D das fitas de DNA ou RNA, mas, infelizmente, trata-se de uma ferramenta cuja licença não é gratuita. Assim, ao longo desse estudo, foi possível concluir que elas são ferramentas muito complexas para uso na Educação Básica e que fornecem uma carga de informação desnecessária para

os alunos dessa faixa etária. É possível, porém, que elas sejam utilizadas para fins educacionais no Ensino Superior, uma vez que, ao mostrar estruturas quaternárias das proteínas, possibilitam um estudo mais detalhado sobre como ocorrem suas ligações.

Assim, como resultado desse estudo, foi sugerido um possível plano de aula a ser usado em aulas de genética (Anexo I).

### 5.3 PANORAMA DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA DURANTE A PANDEMIA

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, foi possível concluir que é possível fazer com que disciplinas como genética, biologia celular, virologia, entre outras, se tornem mais atrativas para os alunos, sendo por meio de exemplos reais e concretos que facilitem o entendimento ou por meio de tecnologias que tornem as aulas mais atrativas e instiguem mais o interesse dos alunos, tanto quando se diz respeito ao ensino presencial quanto no ensino remoto. Porém, pode-se dizer que é simples propor diversas ferramentas virtuais para uso no ensino, tanto remoto quanto presencial, quando se tem um governo que investe na educação e uma população com considerável poder de compra e acesso aos meios digitais, como a internet.

O Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic) publicou os resultados da pesquisa TIC Domicílios 2019, a qual apontou que cerca de 30% dos lares brasileiros não possuem acesso à internet (66% deles na zona rural). Dos mais de 21 milhões de lares sem acesso à internet, 50% são das classes D e E, deixando em evidência a diferença entre as classes sociais (CETIC, 2019). Já a pesquisa TIC Educação 2019 aponta que 39% dos alunos das escolas públicas e 9% de alunos de escolas particulares não têm computadores, notebook ou tablet para estudar e apenas 14% das escolas públicas urbanas possuem algum tipo de plataforma para uso no ensino remoto (CETIC, 2019). Ainda, dos 18% de pessoas que acessam a internet exclusivamente pelo celular, 21% são alunos de escola pública, enquanto 3% são de escolas da rede particular. Essa pesquisa também aponta resultados referentes às escolas rurais: apenas 40% delas possuem ao menos um

computador com acesso à internet, sendo que dessas, apenas 24% abrem o acesso à comunidade (CETIC, 2019).

Um outro estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Harvard e da Universidade Brown avaliou como o desempenho de 800 mil alunos foi afetado pela pandemia. A pesquisa mostrou que, entre janeiro e abril, estudantes de baixa renda tiveram uma queda no desempenho de 50% e, em junho, essa queda foi de 78%. Os alunos de renda mais alta não tiveram alteração no desempenho. (FOLHA DE S. PAULO, 2020)

Nesse contexto da pandemia causada pelo novo coronavírus, cabe lembrar que o direito à educação está previsto na Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seu Art. 205:

“A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. (BRASIL, 1988).

Com os dados apontados anteriormente, vemos que muitos alunos foram abruptamente privados de seu direito à educação, especialmente devido à falta de políticas públicas para a universalização do direito ao acesso à internet. Muito além do acesso à internet, muitos alunos não possuem sequer um espaço apropriado ou estrutura básica para dar continuidade aos estudos em casa. Dados do IBGE mostram que 25,8% da população vivem sem abastecimento de água via rede e 56,2% sofrem com a ausência de esgotamento sanitário (IBGE, 2019). Isso demonstra o grande descaso vivido pela população brasileira que, não apenas a Educação brasileira vem sofrendo ao longo de muitos anos, como também têm sofrido com a falta de investimentos também na Saúde.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho foi possível ver o quanto a pandemia afetou a vida de alunos e professores e o quanto estes precisaram se adaptar à nova realidade. Apesar de a pandemia aparentar estar longe do fim, é necessário que as pessoas aprendam com ela e vejam o quanto podem melhorar o ensino de muitos alunos.

A Biologia, em especial disciplinas como genética, por muito tempo têm sido vistas como matérias de difícil compreensão. Isso porque trata de assuntos pouco palpáveis, já que os eventos ocorrem a níveis moleculares. Então é possível aprimorar a construção do conhecimento ao se trazer exemplos que estão dentro da realidade do aluno, como é o caso do coronavírus. Os alunos já têm um conhecimento prévio de suas experiências e a contextualização do assunto permite que o aluno crie associações. Assim, esse estudo traz alguns exemplos de como se usar o novo coronavírus como exemplo em sala de aula. Por meio das sequências de aminoácidos que formam a proteína *spike*, pode-se trabalhar o conceito de código genético degenerado e, também, evidências da evolução do vírus. Com isso é possível fazer comparações entre diferentes coronavírus e explicar as possíveis mutações que ocorreram.

Ainda assim, é de se concordar que ainda pode parecer difícil e complexo pois, mais uma vez, são eventos que não podem ser vistos a olho nu e apenas em laboratórios muito equipados que as pessoas conseguem uma melhor compreensão dos acontecimentos à nível celular ou molecular. Portanto, uma boa forma de melhorar a experiência em sala de aula é por meio do uso recursos tecnológicos, muitos deles de uso gratuito, para que assim os alunos consigam visualizar processos, como a infecção de uma célula pelo vírus, ou o que é um vírus, como ele se replica. Esse trabalho trouxe diferentes exemplos de ferramentas a serem utilizadas que facilitam a aprendizagem desse conteúdo, como Google Expedições e YouTube.

Esse trabalho ainda mostrou que o processo de ensino aprendizagem pode ser melhorado com o uso dessas ferramentas em sala de aula. Isso porque, os alunos entendem melhor o conteúdo quando este é apresentado por meio de

vídeos, por exemplo, uma vez que assuntos relacionados à genética ou biologia celular possui conceitos abstratos e que não podem ser vistos a olho nu.

Apesar de não ter sido o foco ou ideia inicial desse trabalho, também foi relatado brevemente a situação de muitos alunos de escolas públicas brasileiras. De fato, os métodos de ensino quando se aliam ao uso de tecnologias transformam a educação e a forma de se dar aulas. Porém, é fácil fazer essa sugestão quando os alunos, professores e escolas possuem os recursos necessários, deixando evidente o tamanho da desigualdade existente no país. Assim, faz-se necessário que esse trabalho sirva também como um alerta às autoridades governamentais para que sejam destinadas verbas decentes para a Educação, garantindo, assim, que todos tenham acesso a ela como previsto em na Constituição Federal de 1988. Portanto, o ensino remoto deveria ser uma solução temporária para a continuidade dos estudos em tempos de pandemia e isolamento social, porém só aumentou ainda mais a desigualdade existente,



## REFERÊNCIAS

BAI, Y.; YAO, L.; WEI, T.; TIAN, F.; JIN, D.; CHEN, L.; WANG, M. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19. **JAMA**, v. 323, p.1406-1407, 2020. doi: 10.1001/jama.2020.2565.

BAXTER, M. **Projeto de produto: Guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Planalto, 1988. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 08 ago 2020.

\_\_\_\_\_. Medida Provisória nº 934, de 1º de abril de 2020. Estabelece normas excepcionais sobre o ano letivo da educação básica e do ensino superior decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF, 1 abr. 2020. Seção 1-Extra, p. 1.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde declara transmissão comunitária nacional. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46568-ministerio-da-saude-declara-transmissao-comunitaria-nacional>>. Acesso em: 10 abr 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Saúde define critérios de distanciamento social com base em diferentes cenários, 2020. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46666-ministerio-da-saude-define-criterios-de-distanciamento-social>>. Acesso em: 10 abr 2020.

BRANCIAMORE, S.; CHEN Z.; RODIN, S.N. CpG island clusters and pro-pigenetic selection for CpGs in protein-coding exons of HOX and other transcription factors. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 107, p.15485-15490, 2010.

CAO, Q.; CHEN, Y.; CHEN, C.; CHIU, C. SARS-CoV-s infection in children: Transmission dynamics and clinical characteristics. **Journal of the Formosan Medical Association**, v.119, p.670-673, 2020. doi: 10.1016/j.jfma.2020.02.009.

CHEN, Y.; LIU, Q.; GUO, D. Emerging coronaviruses: Genome structure, replication and pathogenesis. **Journal of Medical Virology**, v.92, p.418-423, 2020. DOI: 10.1002/jmv.25681.

CORONAVÍRUS terá efeito colateral de ampliar desigualdade na educação. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 13 jun. de 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2020/06/coronavirus-tera-efeito-colateral-de-ampliar-desigualdade-na-educacao.shtml>>. Acesso em: 08 ago. 2020.

COVID-19: fighting panic with information. *The Lancet*, vol.395, p.537, 22 fev. 2020.

DASH, S. Google Classroom as a learning management system to teach biochemistry in a medical school. **Biochemistry and Molecular Biology**, v.47, p.1-4, 2019. doi: 10.1002/bmb.21246.

DIAS, M.A.S. **Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Biologia: evidências a partir das Provas de Múltipla Escolha do Vestibular da UFRN (2001-2008)**. 2008. 274f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DONG, E.; DU, H.; GARDNER, L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. **The Lancet**, 2020. doi:10.1016/S1473-3099(20)30120-1.

DUPUIS, J.; COUTU, J.; LANEUVILLE, O. Application of linear mixed-effect models for the analysis of exam scores: Online video associated with higher scores for undergraduate students with lower grades. **Computers & Education**, v.66, p.64-73, 2013.

FEHR, A.R.; PERLMAN, S. Coronaviruses: an overview of their replication and pathogenesis. **Methods in Molecular Biology**, v.1282, p.1-23, 2015. doi: 10.1007/978-1-4939-2438-7\_1.

FREEMAN, D.; REEVE, S.; ROBINSON, A.; EHLERS, A.; CLARK, D.; SPANLANG, B.; SLATER, M. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. **Psychological Medicine**, v. 47, p.2393-2400, 2017. DOI: 10.1017/S003329171700040X.

GOOGLE. **Dê vida às aulas com o Expedições**. Disponível em: <[https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/vr-ar/expeditions/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none)>. Acesso em 16 abr 2020.

GORBALENYA, A.E.; BAKER, S.C.; BARIC, R.S.; GROOT, R.J.; DROSTEN, C.; GULYAEVA, A.A.; HAAGANS, B.L.; LAUBER, C.; LEONTOVICH, A.M.; NEUMAN, B.W.; PENZAR, D.; PERLMAN, S.; POON, L.L.; SAMBORSKIY, D.V.; SIDOROV, I.A.; SOLA, I.; ZIEBUHR, J. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. **Nature Microbiology**, v.5, p.536-544, 2020. doi: 10.1038/s41564-020-0695-z.

HECK, C.M.; HERMEL, E.E.S. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de ciências do ensino fundamental. **Anais do 3º SEPE e 3ª Jornada de Iniciação Científica**. UFFS, Cerro Largo, p.1, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese dos indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. 2019 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. – Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IFTAKHAR, S. Google Classroom: What works and how? **Journal of Education and Social Sciences**, v.3, p.12-18, 2016.

JANN, P.N.; LEITE, M.F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências e Cognição**, v.15, p.282-293, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2004.

KURIOVAS, E.; KUBILINSKIENE, S. Lithuanian case study on evaluating suitability, acceptance and use of IT tools by students – An example of applying Technology Enhanced Learning Research methods in Higher Education. **Computers in Human Behavior**, v.107, p.106274, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106274>

LAU, J.T.F.; LAU, M.; KIM, J.H.; TSUI, H.Y.; TSANG, T.; WONG, T.W. Probable secondary infections in households of SARS patients in Hong Kong. **Emerging Infectious Diseases**, v.10, p.235-243, 2004.

LI, R.; PEI, S.; CHEN, B.; SONG, Y.; ZHANG, Y.; YANG, W.; SHAMAN, J. Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2). **Science**, p.1-8, 2020. doi: 10.1126/science.abb3221.

LI, Q.; GUAN, X.; WU, P.; WANG, X.; ZHOU, L.; TONG, Y.; REN, R.; LEUNG, K.S.M.; LAU, E.H.Y.; WONG, J.Y.; XING, X.; XIANG, N.; WU, Y.; LI, C.; CHEN, Q.; LI, D.; LIU, T.; ZHAO, J.; LIU, M.; TU, W.; CHEN, C.; JIN, L.; YANG, R.; WANG, Q.; ZHOU, S.; WANG, R.; LIU, H.; LUO, Y.; LIU, Y.; SHAO, G.; LI, H.; TAO, Z.; YANG, Y.; DENG, Z.; LIU, B.; MA, Z.; ZHANG, Y.; SHI, G.; LAM, T.T.Y.; WU, J.T.; GAO, G.F.; COWLING, B.J.; YANG, B.; LEUNG, G.M.; FENG, Z. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus - infected pneumonia. **The New England Journal of Medicine**, v.382, p.1199-1207, 2020.

LU, R.; ZHAO, X.; LI, J.; NIU, P.; YANG, B.; WU, H.; WANG, W.; SONG, H.; HUANG, B.; ZHU, N.; BI, Y.; MA, X.; ZHAN, F.; WANG, L.; HU, T.; ZHOU, H.; HU, Z.; ZHOU, W.; ZHAO, L.; CHEN, J.; MENG, Y.; LIN, Y.; YUAN, J.; XIE, Z.; MA, J.; LIU, W.J.; WANH, D.; XU, W.; HOLMES, E.C.; GAO, G.F.; WU, G.; CHEN, W.; SHI, W.; TAN, W. Genomic characterization and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. **The Lancet**, v.395, p.565-574, 2020.

LV, L.; LI, G.; CHEN, J.; LIANG, X.; LI, Y. Comparative genomic analysis revealed specific mutation pattern between human coronavirus SARS-CoV-2 and Bat-SARSr-CoV RaTG13. **bioRxiv**, 2020. doi: 10.1101/2020.02.27.969006.

MILLER, M.R.; JUN, H.; HERRERA, F.; VILLA, J.Y.; WELCH, G.; BAILENSON, J.N. Social interaction in augmented reality. **Plos One**, p.1-26, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216290>

MOGHAVVEMI, S.; SULAIMAN, A.; JAAFAR, N.I.; KASEM, N. Social media as a complementary learning tool for teaching and learning: The case of YouTube. **The International Journal of Management Education**, v.16, p.37-42, 2018.

MOREIRA, M.E.S.; CRUZ, I.L.S; SALES, M.E.N.; MOREIRA, N.I.T.; FREIRE, H.C.; MARTINS, G.A.; AVELINO, G.H.F.; JÚNIOR, S.A.; POPOLIM, R.S. Metodologias e tecnologias para educação em tempos de pandemia COVID-19. *Brazilian Journal of Health Review*, v.3, p.6281-6290, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n3-180

NANOME. **Nanome**. Disponível em: <<https://nanome.ai/nanome/>>. Acesso em: 17 abr 2020.

NCBI. **Cn3D macromolecular structure viewer**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d.shtml>>. Acesso em 15 abr 2020.

OMS decreta pandemia do novo coronavírus. Saiba o que isso significa. *Revista Saúde*. 11 março 2020. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/oms-decreta-pandemia-do-novo-coronavirus-saiba-o-que-isso-significa/>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

ORTIZ, P.A. Teaching in time of COVID-19. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v.1, p.1, 2020. doi: 10.1002/bmb.21348.

PECK, K.M.; LAURING, A.S. Complexities of viral mutation rates. **Journal of Virology**, v.92, p.1-8, 2018.

PETERSON, C.N.; TAVANA, S.Z.; AKINLEYE, O.P.; JOHNSON, W.H.; BERKMEN, M.B. An idea to explore: use of augmented reality for teaching three-dimensional biomolecular structures. **Biochemistry and Molecular Biology**, p.1-7, 2020. doi: 10.1002/bmb.21341.

SAIDIN, N.F.; HALIM, N.D.A.; YAHAYA, N. A review of research on augmented reality in education: advantages and applications. **International Education Studies**, v.8, p.1-8, 2015. doi: 10.5539/ies.v8n13p1.

SAÚDE, Redação. **OMS decreta pandemia do novo coronavírus**. Veja SAÚDE. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/oms-decreta-pandemia-do-novo-coronavirus-saiba-o-que-isso-significa/>>. Acesso em 23 ago. 2020.

SOHRABI, C.; ALSAFI, Z.; O'NEILL, N.; KHAN, M.; KERWAN, A.; AL-JABIR, A.; IOSIFIDS, C.; AGHA, R. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). **International Journal of Surgery**, v.76, p.71-76, 2020. doi: 10.1016/j.ijssu.2020.02.034.

SPONCHIATO, D. **Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose**. Veja SAÚDE. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SUDARSANA, K.; PUTRA, B.M.A.; ASTAWA, N.T.; YOGANTARA, W.L. The use of Google classroom in the learning process. **Journal of Physics: Conference Series**, v.1175, p.1-5, 2019.

TANG, X.; WU, C.; LI, X.; SONG, Y.; YAO, X.; WU, X.; DUAN, Y.; ZHANG, H.; WANG, Y.; QIAN, Z.; CUI, J.; LU, J. On the origin and continuing evolution of SARS-CoV-2. **National Science Review**, v.7, p.1012-1023, 2020. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa036>

THE LANCET, Editorial. COVID-19: fighting panic with information. **The Lancet**, v.395, p.537, 2020. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30379-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30379-2).

TIC DOMICÍLIOS 2019. Acesso às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). CETIC 2019. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_domicilios\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2019_coletiva_imprensa.pdf). Acesso em: 08 ago. 2020.

TIC EDUCAÇÃO 2019. Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil. CETIC 2019. Comitês Gestor da Internet no Brasil. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa.pdf). Acesso em: 08 ago. 2020.

VAN DOREMALEN, N.; BUSHMAKER, T.; MORRIS, D.H.; HOLBROOK, M.G.; GAMBLE, A.; WILLIAMSON, B.N.; TAMIN, A.; HARCOURT, J.L.; THORNBURG, N.J.; GERBER, S.I.; LLOYD-SMITH, J.O.; DE WIT, E.; MUNSTER, V.J. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **The New England Journal of Medicine**, v.382, p.1564-1567, 2020. doi: 10.1056/NEJMc2004973.

VACCINE MAKERS PROJECTS, THE. A Virus Attacks a Cell. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jkNxmTrrZSk>. Acesso em: 01 ago. 2020.

VASCONCELOS, C.R.D.; JESUS, A.L.P.; SANTOS, C.M. Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) na educação a distância (EAD): Um estudo sobre o moodle. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.15545–15557, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-433>

VISUAL SCIENCE. 3D model of the SARS-CoV-2 virus at atomic resolution. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=98&v=y6VC9UqAXHA&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=98&v=y6VC9UqAXHA&feature=emb_title). Acesso em: 01 ago. 2020.

WENG, N.G.; BEE, O.Y.; YEW, L.H.; HSIA, T.E. An augmented reality system for biology science education in Malaysia. **International Journal of Innovative Computing**, v.6, p.8-13, 2016.

WONG, M.C.; CREGEEN, S.J.J.; AJAMI, N.J.; PETROSINO, J.F. Evidence of recombination in coronaviruses implicating pangolin origins of nCoV-2019. **bioRxiv**, 2020. doi: 10.1101/2020.02.07.939207.

ZHANG, Y.P. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China. **Chinese Journal of Epidemiology**, v. 41, p.145-151, 2020.

## **ANEXO I**

### Plano de aula

#### **Nível**

Ensino Médio.

#### **O que o aluno poderá aprender com esta aula**

Compreender as características dos vírus. Compreender a capacidade de mutação dos vírus. Identificar quais os tipos de mutações existentes. Pesquisar sobre o papel das mutações na evolução.

#### **Duração das atividades**

3 a 4 aulas de 50 minutos.

#### **Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno**

- Conceito de célula.
- Conceito de seres microscópicos.

#### **Estratégias e recursos da aula**

- Leitura de reportagem.
- Atividade em duplas e grupo.
- Elaboração de mapa conceitual.
- Vídeos e aplicativos.
- Pesquisa.
- Apresentação de trabalho.

#### **Atividade 1**

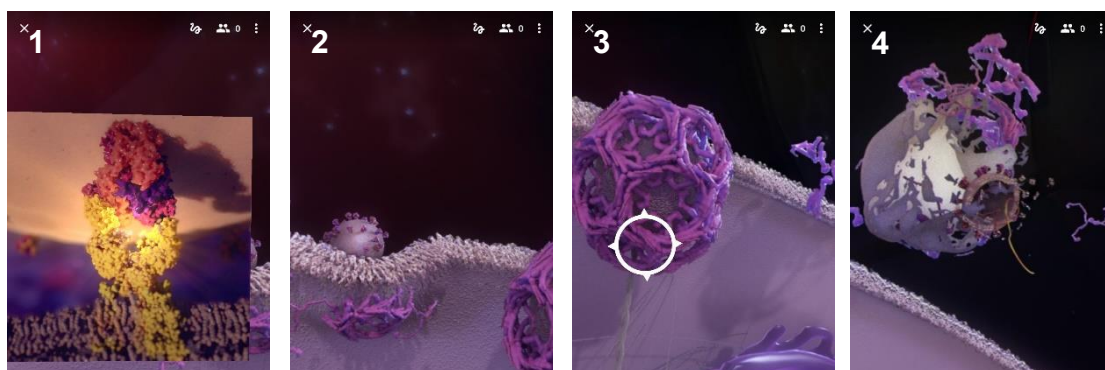
Estimule os alunos a discutirem sobre as características dos vírus:

- São formados por células?
- Qual é o material genético?
- Como é a replicação?

Então, como parte da discussão, acessar o Google Expedições, pesquisar por “vírus” e selecionar o tópico “*What are viruses and how do they infect?*”. É

possível optar por “ver” ou “guiar”. (Na opção ver, é possível espelhar a tela do seu celular em uma televisão ou computador (com projetor) para mostrar aos alunos. Escolha a opção guiar caso os alunos contem com um celular ou tablet). A partir das imagens observadas, será possível discorrer sobre:

- os diferentes tipos de vírus e suas estruturas (no subtópico “*The biodiversity of viruses*”); e
- como eles infectam as células humanas (no subtópico “*Fusion and entry: viral invasion of the cell*”).



Fonte: Google Expedições. Sequência de imagens mostrando como ocorre a infecção de uma célula por um vírus.

Explicar que a ligação entre vírus e célula ocorre por meio de reconhecimento de proteínas (1). Em seguida, o vírus é “absorvido” pela célula hospedeira (2). Dentro da célula, o vírus é transportado em direção ao núcleo (3) e, então o vírus perde seu envelope viral e libera seu material genético (4). Para auxiliar na compreensão, utilize o vídeo “*A Virus Attacks a Cell*”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jkNxmTrrZSk>>. Acesso em: 29 ago. 2020.

## **Atividade 2**

Comece a aula discorrendo sobre o código genético e aminoácidos. Então, peça para que os alunos se dividam em dupla.

Inicie a aula questionando os alunos o que eles sabem acerca do coronavírus e, após uma breve discussão, disponibilize para cada dupla a cópia da reportagem: **Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose** (Anexo II) – Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.



**Observação:** Caso a escola possua laboratório de informática com acesso à internet, utilize-o. Peça que cada dupla acesse o link.

Proponha que cada dupla faça a leitura da reportagem (caso queira que essa leitura seja mais rápida, peça aos alunos lerem o trecho “**O caminho de transmissão até o ser humano**”).

Discuta como que o coronavírus que infectava morcegos pode ter conseguido infectar humanos.

Utilize a figura a seguir e proponha que montem uma sequência genética para os três tipos de vírus.

	*	*						*	*				
nCoV-2019	Y	Q	T	Q	T	N	S	P	R	R	A	R	S
Pangolin-CoV	Y	Q	T	Q	T	N	S	-	-	-	-	R	S
Bat-CoV	Y	H	T	A	S	I	L	-	-	-	-	R	S

Fonte: Adaptado de WONG et al., 2020. Representação da sequência dos aminoácidos (representados pelas letras) cada tipo de coronavírus. nCoV-2019: Coronavírus causador da síndrome respiratório aguda severa (SARS); Pangolin-CoV: coronavírus que infecta pangolins; Bat-CoV: coronavírus que infecta morcegos.

Para isso, estimule que os alunos ajudem e que usem como base o quadro de códons dos aminoácidos.

Por fim, faça a comparação entre as sequências, discorra sobre os tipos de mutação:

- Adição
- Substituição
- Deleção

### **Atividade 3**

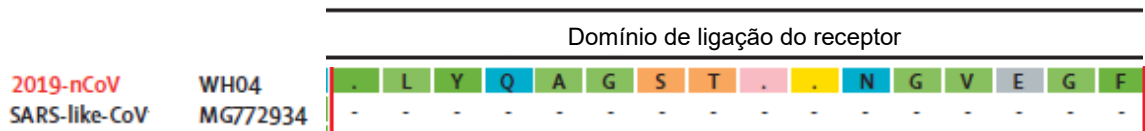
Iniciar a aula revisando alguns conceitos:

- O que é necessário para que o vírus se ligue a uma célula?
- Qualquer mutação faz um vírus que infecta animais passar a infectar humanos?

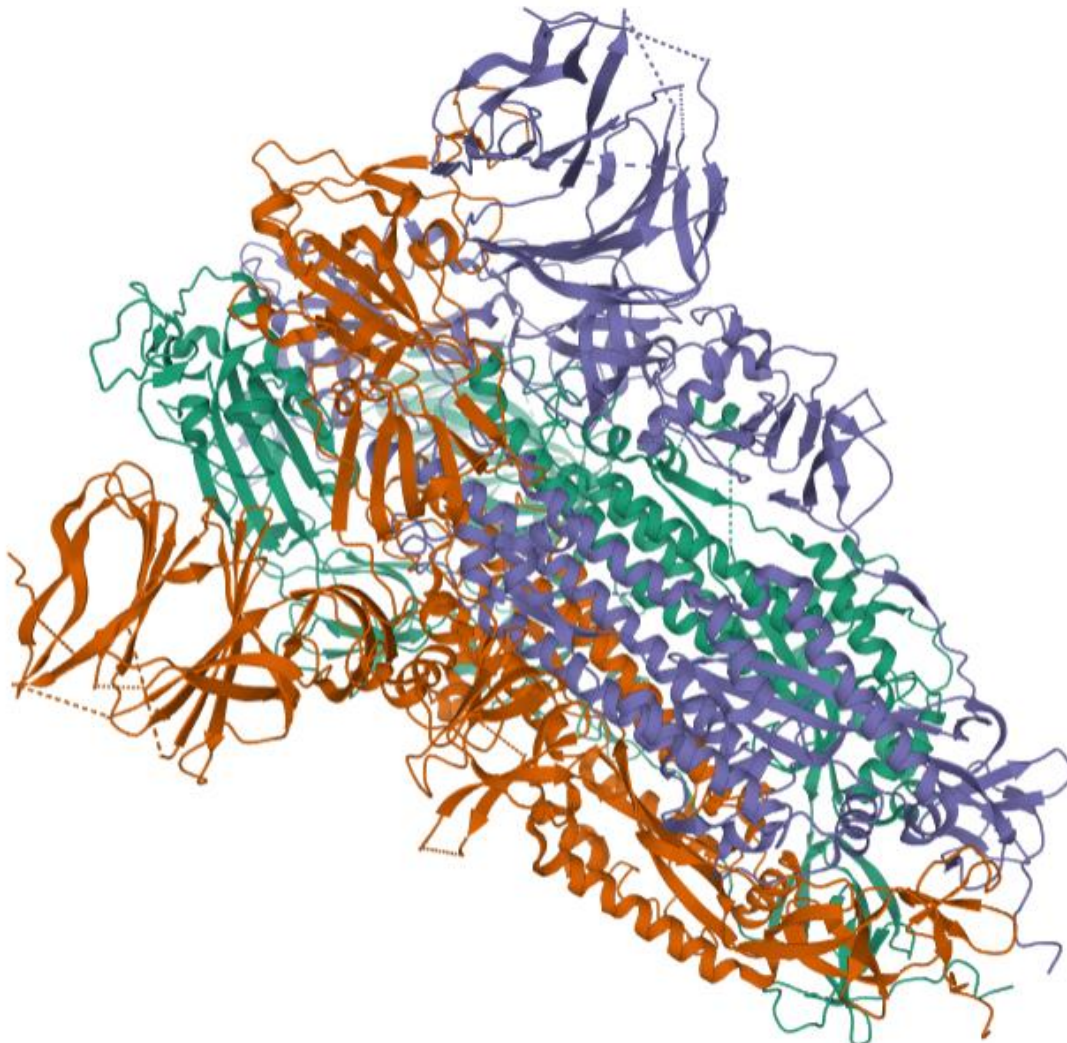
Assim, com a ajuda dos alunos, fazer a associação que, para que um vírus passe a infectar outra espécie, é necessário que ele sofra mutação também nos

genes que codificam suas proteínas de reconhecimento (tipo a *spike*, do coronavírus).

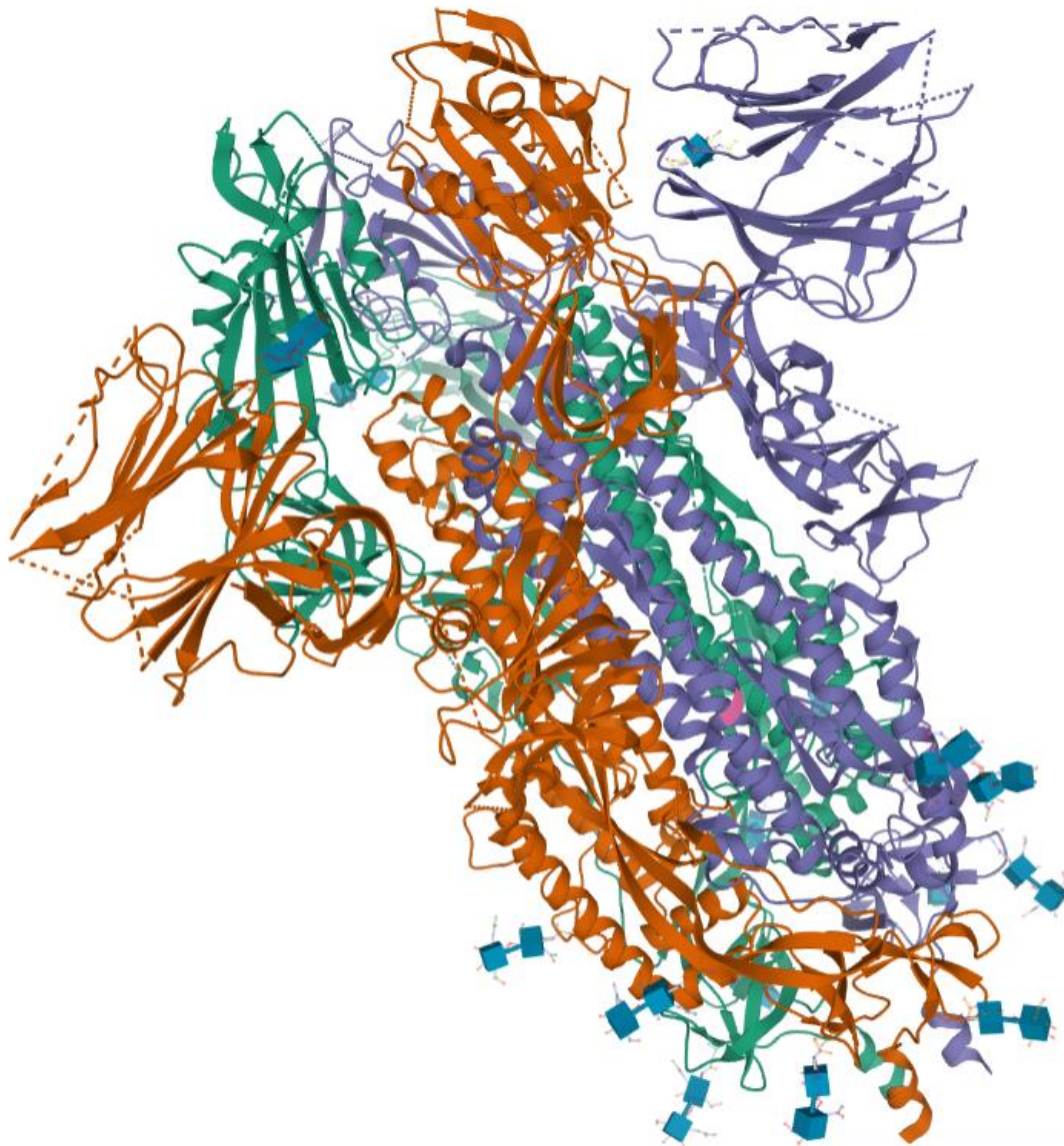
Mostre a seguinte imagem aos alunos:



Na primeira linha, 2019-nCoV é o novo coronavírus, causador da COVID-19 cuja sequência de aminoácidos que formam uma parte de sua proteína *spike*. Na linha de baixo temos um exemplo de um coronavírus que infecta morcegos. Peça aos alunos explicarem a diferença do que eles veem. Mostre, então, a estrutura das proteínas:



Proteína *spike* do coronavírus encontrados em morcegos (disponível em: <<https://www.rcsb.org/structure/6ZGF>>. Acesso em 30 ago. 2020.)



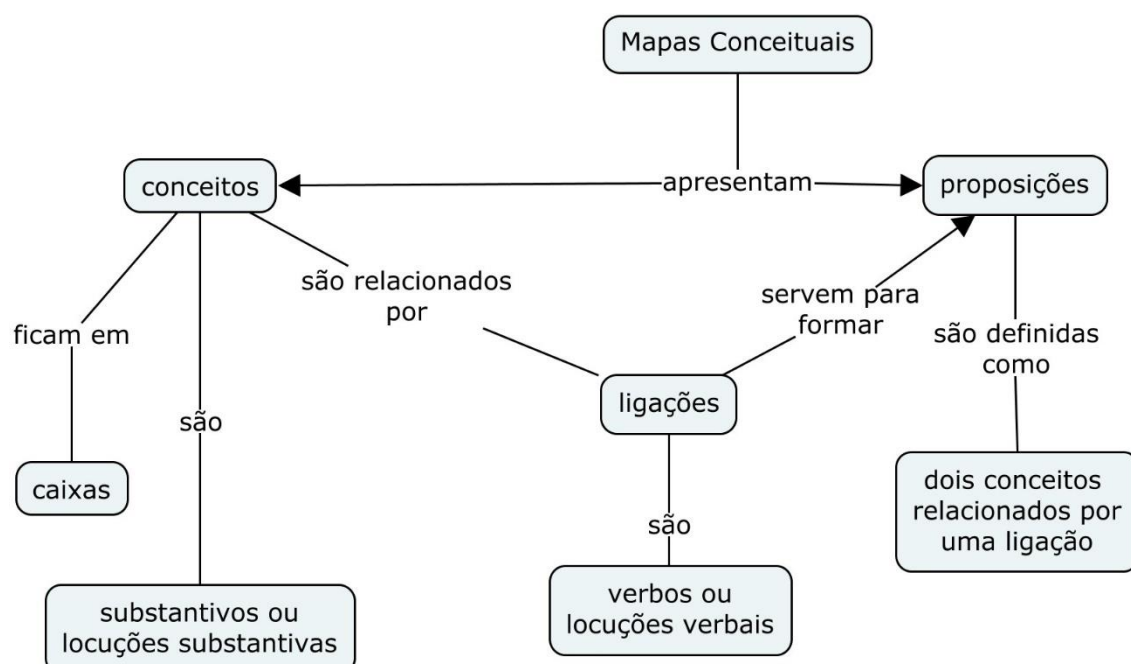
Proteína *spike* do coronavírus encontrados em morcegos (disponível em: <<https://www.rcsb.org/structure/6VXX>>. Acesso em 30 ago. 2020.)

Pergunte aos alunos se eles veem alguma diferença e discorra sobre como essas diferenças permitiram que o coronavírus foi capaz de infectar seres humanos.

Por fim, a partir dos conteúdos trabalhados, solicite aos alunos que criem um mapa conceitual sobre o que entenderam a respeito do coronavírus e como ele evoluiu.

**Observação:** Mapas Conceituais são ferramentas gráficas que organizam e representam o conhecimento. São construídos a partir de conceitos

fundamentais, os quais são destacados em caixas de textos, e suas relações, feitas por meio de linhas e setas que contêm uma palavra ou frase de ligação.



Fonte: Marinho e Marinho (S/D). Disponível em: <<https://sites.google.com/a/escola.pr.gov.br/conectados-2-0-biologia/03/4-mapas-conceituais>>. Acesso em 10 out. 2020.

Os alunos podem se reunir em grupos de até 3 pessoas e utilizar o *Cmap Tools* (disponível em: <<https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>>. Acesso em 30 ago. 2020).

### Avaliação

A avaliação deverá ser feita a cada atividade por meio da participação de cada aluno. Durante as atividades, é importante que o professor faça uma análise do:

**MAPA CONCEITUAL** – quantidade de ligações e palavras chaves, correção na ligação das palavras chaves, relevância com o tema, profundidade da pesquisa, criatividade, organização.

**STOP MOTION** – criatividade, organização, pertinência ao tema, profundidade da abordagem.

## ANEXO II

### Reportagem

# Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose

Entenda como o vírus conseguiu migrar de morcegos para seres humanos e se transformou no maior problema da humanidade

Por **Diogo Sponchiato** - Atualizado em 18 ago 2020, 10h48 - Publicado em 20 mar 2020, 17h06

Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/>>

A pandemia de coronavírus poderia ser um novo capítulo do livro *Spillover – Animal Infections and the Next Human Pandemic*, do escritor americano especialista em ciência e natureza David Quammen. Na obra, publicada em 2012 e só agora traduzida no Brasil, o autor retrata como vírus e bactérias que infectam animais selvagens ou domésticos conseguem “pular” para a espécie humana, causando doenças e mortes.

*Spillover* é um termo em inglês que pode ser traduzido como transbordamento e é usado no contexto da ecologia para dizer que um vírus ou micróbio conseguiu se adaptar e migrar de uma espécie de hospedeiro para outra. Foi o que ocorreu com o agente infeccioso causador da Covid-19.

O livro é uma investigação detalhada de Quammen, que viajou o mundo e entrevistou dezenas de cientistas, sobre zoonoses que viraram doenças humanas, umas mais ou outras menos bem-sucedidas. Começa com o vírus Hendra, que saltou de cavalos para homens na Austrália em meados dos anos 1990, mas tem sua origem em morcegos, e vai até a gripe, que vem de aves podendo fazer um estágio em outras espécies como porcos.

Morcegos, aliás, parecem ser um dos principais reservatórios para vírus potencialmente terríveis ao ser humano. O coronavírus não é uma exceção. E a solução, antes que alguém pense em exterminá-los, está, pelo contrário, em respeitarmos mais seu hábitat. Porque, como Quammen e outros experts afirmam, as pandemias originárias de zoonoses nada mais são que um reflexo das intervenções do homem no meio ambiente. No anseio para se expandir, a humanidade invade o terreno alheio — e traz problemas de lá.

Peço licença a Quammen para citar (em tradução livre) um trecho de *Spillover*:

*De onde esses vírus pulam? Eles pulam de animais em que há muito tempo permaneceram, encontraram segurança e ocasionalmente ficaram presos. (...) O Hantavírus [que pode causar febre hemorrágica] pula de roedores. Lassa [vírus que também provoca febre hemorrágica] também pula de roedores. O vírus da febre amarela salta de macacos (...) Os influenza [causadores da gripe] pulam de pássaros selvagens para aves domésticas e depois para pessoas, às vezes após uma transformação em porcos. O sarampo pode ter saltado para*

*dentro de nós a partir de ovelhas e cabras domesticadas. O HIV-1 entrou em nosso caminho a partir de chimpanzés. Assim, há uma certa diversidade de origens. Mas uma grande fração de todos os novos vírus assustadores (...) vêm pulando para nós de morcegos.*

E aí o escritor lista uma série de inimigos microscópicos que vieram originalmente desses mamíferos mais lembrados por sugar nosso sangue (embora a maior parte das espécies só coma frutos e/ou insetos):

Ora, a Sars, sigla para Síndrome Respiratória Aguda Grave, que assolou a China no início dos anos 2000 mas foi contida, é provocada por um coronavírus, o SARS-CoV-1. E é um “parente” dele que causa a Covid-19, batizado de SARS-CoV-2.

E de onde vem a praga atual? Tudo leva a crer: morcegos.

### **O caminho de transmissão até o ser humano**

Vírus são pacotinhos de genes — nem dá pra chamar de “ser” ou “micro-organismo” porque eles dependem de uma célula viva para se replicar e sobreviver — que estão em evolução contínua. Tudo para se adaptar melhor ao(s) hospedeiro(s) e se perpetuar. Nessa corrida pelo sucesso, eles sofrem mutações que ajudam e outras que atrapalham sua propagação, e mesmo o pulo para as demais espécies animais.

Quanto mais moradias ele tiver, melhor. Para ser exitoso, não pode aniquilar rapidamente o hospedeiro e deve ter um bom potencial de transmissão. Digamos que o novo coronavírus nos surpreendeu (infelizmente, claro) nesse sentido.

De acordo com o virologista Paulo Eduardo Brandão, expert em coronavírus e professor da Universidade de São Paulo (USP), há duas hipóteses mais documentadas: na primeira, o vírus foi entrando em contato aos poucos com a espécie humana e criando estratégias para fazer o salto. Na segunda, ele teria vindo mais “pronto” de um morcego e feito a transmissão interespecie de modo mais acelerado.

“Morcegos podem ser infectados por vários tipos de coronavírus no mundo todo. Já encontramos até alguns exemplares com esses vírus na cidade de São Paulo”, diz Brandão. Que fique claro: os bichos daqui carregavam OUTROS coronavírus, não o causador da pandemia.

Na história natural da passagem para o corpo humano, ainda se suspeita que o vírus da Covid-19 possa ter feito um pit stop evolutivo num mamífero chamado pangolim, como mostra essa matéria de VEJA. O certo, porém, é que a coisa veio de morcegos. E lá na China.

“É provável que o contato silvestre tenha sido o principal vetor de transmissão. Nessas situações, as pessoas têm contato com saliva e fezes dos morcegos”, avalia Brandão. Essa tese teria mais sustento que a de que tudo começou com

alguém que degustou sopa de morcego. No entanto, a caça desses animais e a introdução deles em mercados pode ter dado sua pitada de contribuição.

Teorias à parte, o que se sabe é que o novo coronavírus já sofreu diversas mutações e tem uma configuração própria para infectar seres humanos. “A evolução do vírus não para”, ressalta o professor da USP.

Para aqueles que curtem teorias da conspiração: a história de que o SARS-CoV-2 teria sido fabricado em laboratório não tem respaldo algum da ciência. Inclusive, pesquisas preliminares indicam que, pela análise genômica do vírus, há um padrão de mutações aleatório que o tornou mais infeccioso para nossa espécie. Não é tecnologia. É seleção natural!

### **Vai ser a maior pandemia de todos os tempos?**

No livro *Spillover*, David Quammen fala de algo que está no horizonte de muitos virologistas, infectologistas e epidemiologistas: qual será o próximo vírus com potencial de derrubar a humanidade? É o chamado The Next Big One, o próximo grande ataque infeccioso contra nossa espécie.

Na minha troca de e-mails com Quammen, ele diz: “A atual pandemia de Covid-19 é bem sobre o que eu falava no livro. Se esta crise estará sob controle em breve ou não, se matará um número relativamente pequeno de pessoas ou muitas... Ela vem causando efeitos sociais e econômicos devastadores. E o impacto na saúde e na mortalidade também pode ser devastador. Mas isso vai depender de: 1) o que os governos estão fazendo; 2) o que cada pessoa está fazendo; 3) como o vírus evolui ou não; 4) sorte.”

Estamos diante do The Next Big One? “É muito difícil de prever. Mas uma coisa é certa: depois que essa crise finalmente for controlada, haverá outra. Após esse vírus, que sai de um animal selvagem e passa para a população humana, virá outro. Portanto, devemos usar esta crise, por mais que ela ainda se desenvolva, como uma lição para o futuro”, analisa o escritor.

Façamos nossa parte ou, como me escreveu Quammen no fim do e-mail: “Tudo de bom para você, Diogo, e para seus leitores. Sejam sábios, tenham cuidado, fiquem bem — e continuem sorrindo”.

# TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade



## CORONAVÍRUS SARS-CoV-2: O QUE ELE TEM PARA ENSINAR PARA AS ESCOLAS?

por

**MICHELE PERISATTO BERRETA**

Esta monografia foi apresentada às 09:00 do 05/09/2020 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista no Curso de Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade** – Polo de Jardim Esmeralda - SP, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**

NEDIA DE CASTILHOS GHISI

NAIANA CRISTINE GABIATTI

FLAVIA REGINA OLIVEIRA DE BARROS