

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CAMPUS SOROCABA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JOÃO VICTOR DELIBERALI

**CONCEITOS EQUIVOCADOS ACERCA DA COVID-19: COMO  
CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS PODEM CONTRAPOR O  
NEGACIONISMO.**

Sorocaba  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CAMPUS SOROCABA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JOÃO VICTOR DELIBERALI

**CONCEITOS EQUIVOCADOS ACERCA DA COVID-19: COMO  
CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS PODEM CONTRAPOR O  
NEGACIONISMO.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Humanas e Biológicas da  
Universidade Federal de São  
Carlos, *campus* Sorocaba, para a  
obtenção do título de Licenciado  
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Fernando de  
Faria Franco

Sorocaba  
2023

Deliberali, João V.

Conceitos equivocados acerca da Covid-19: como conhecimentos científicos podem contrapor o negacionismo / João Victor Deliberali – 2023. 52p.

TCC (Graduação). Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Profº Dr. Fernando de Faria Franco.

Banca Examinadora:

Profº Dr. Antônio Fernando Gouvêa da Silva (examinador)

Profº Dr. Danilo Trabuço do Amaral (examinador)

1. Pandemia. 2. Coronavírus. 3. Negacionismo. 4. Conhecimento evolutivo. 5. Sequência Didática.



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA NOTURNO**  
**SOROCABA - CCCBLN-So/CCHB** Rod. João Leme dos Santos km 110 - SP-264, s/n - Bairro  
Itinga, Sorocaba/SP, CEP 18052-780  
Telefone: (15) 32296137 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 17/2023/CCCBLN-So/CCHB

**Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso**

**Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**JOÃO VICTOR DELIBERALI**


**CONCEITOS EQUIVOCADOS ACERCA DA COVID-19: COMO CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS  
PODEM CONTRAPOR O NEGACIONISMO**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba**

Sorocaba, 05 de abril de 2023

**ASSINATURAS E CIÊNCIAS**

<b>Cargo/Função</b>	<b>Nome Completo</b>
Orientador	Prof. Dr. Fernando de Faria Franco - DBio, UFSCar Sorocaba 

Examinador	Prof. Dr. Antonio Fernando Gouvêa da Silva - DCHE, UFSCar Sorocaba 
Examinador	Prof. Dr. Danilo Trabuço do Amaral – UFABC 

À minha perda irreparável, Fran.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o Professor Dr. Fernando de Faria Franco, que desde o início me encorajou e se dispôs a me ensinar e instruir pela difícil jornada que foi meu término de graduação. Aos seus ensinamentos, sua paciência e companheirismo ímpares, agradeço.

À minha coordenadora de curso, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eliane Pintor de Arruda, que similarmente esteve sempre presente, ainda que distante, me dando o suporte necessário para que eu conseguisse percorrer os tortuosos e, às vezes, difíceis caminhos da vida acadêmica, meu “muito obrigado”.

À Universidade Federal de São Carlos e aos demais docentes do Campus Sorocaba, que me instruíram e fizeram parte do meu processo formativo, contribuindo de diversas formas, nas diversas áreas de conhecimento.

À minha querida esposa, Gabi, que esteve presente desde o início dessa graduação. Sem ela, nada disso estaria concretizado, afinal ela é responsável por me devolver grandes esperanças sobre mim, inclusive sobre minha vida. À sua parceria, à sua amizade, à sua compreensão e à sua compassividade, agradeço.

À minha grande amiga Úrsula, minha querida “U”, que me ajudou a compreender as normas ABNT e me guiou num momento de escuridão durante este trabalho, no qual quase desisti de acreditar que era possível finalizá-lo. U, você me fez enxergar a tal da “luz no fim do túnel”. A você, agradeço.

Ao meu pai, Agnaldo e ao meu irmão, Rafael. Os homens da minha vida que hoje moram distantes de mim mas permanecem diariamente em meu coração e em minhas preces. Os tenho como exemplo e foram demasiadamente importantes para construção do homem que me formei. Obrigado!

À minha querida mãe, Fran (*in memoriam*). A mulher que me levou até à UFSCar no primeiro dia de aula, quando eu ainda tinha 17 anos de idade, e que eu jurava que seria a pessoa que estaria na primeira fileira na minha defesa de TCC. Foi mais uma vítima da cultura de desinformação e do negacionismo. Você merecia vivenciar esta entrega comigo. Pela sua fé, por ter sido exemplo vivo de longanimidade e por ter me forjado a um bom caráter, dedico e agradeço.

Aos demais familiares e amigos pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para arcar com os compromissos que assumimos ao adentrar numa graduação. À empatia comigo por minha ausência, agradeço.

## RESUMO

Na história humana há muitos registros de doenças que tomaram proporções pandêmicas. Desde a peste bubônica na Idade Média, passando pela gripe espanhola já no século XX e o surgimento do novo coronavírus nos últimos anos. Uma mutação ocorrida durante a replicação do coronavírus selvagem (*SARS-CoV*), possivelmente permitiu a infecção de humanos. A doença causada por esse vírus modificado ficou conhecida como Covid-19 e foi responsável pela morte de mais de 6 milhões de pessoas no mundo. Debates mundiais se instauraram acerca dos métodos de prevenção e a pandemia trouxe consigo uma gama de dúvidas. Muito se discutiu a respeito da eficácia de vacinas que ficaram comprovadamente prontas para uso numa velocidade notória devido a vários estudos que já estavam em andamento antes mesmo dessa doença se tornar uma pandemia. Apesar da criticidade científica aplicada durante o desenvolvimento dessas vacinas, percebeu-se grandes inquietações na população em geral a respeito da segurança do uso dessas medicações, fato que também foi incitado e estimulado por diversos líderes políticos. A partir das amplas possibilidades de difusão de informações no mundo moderno, é comum observar o surgimento de conceitos equivocados que acabam sendo amplamente difundidos, fato definido como “misconceptions”. É no meio deste cenário que se encontra um paradoxo no qual se por um lado há excesso de informações disponíveis, por outro há indícios de falta de validação científica e veracidade nas instruções. Com esta diretriz, esse trabalho buscou, através de uma análise qualitativa, identificar noções de senso comum sobre a pandemia de SARS-Cov-2 e, a partir disso, propor uma sequência didática que visou contribuir com a superação de percepções equivocadas sobre a demografia e biologia viral, utilizando-se de conceitos de genética básica como estratégia de ensino numa sequência didática proposta para o 9º ano do Ensino Fundamental. Considera-se, dessa forma, que aprimorar aspectos do ensino-aprendizagem de evolução durante a educação básica pode auxiliar na superação de limites conceituais comumente observados na população e contribuir para a formação de cidadãos críticos.

Palavras-chave: pandemia; coronavírus; negacionismo; conhecimento evolutivo; sequência didática.

## ABSTRACT

In human history there are many records of diseases that took on pandemic proportions. From the bubonic plague in the Middle Ages, to the Spanish flu in the 20th century and the emergence of the new coronavirus in recent years. A mutation that occurred during the replication of the wild coronavirus (SARS-coronavirus), possibly allowed the infection of humans. The disease caused by this modified virus became known as Covid-19 and was responsible for the deaths of more than 6 million people worldwide. Worldwide debates took place about prevention methods and the pandemic brought with it a range of doubts. Much has been discussed about the effectiveness of vaccines that were proven to be ready for use at a remarkable speed due to several studies that were already underway even before this disease became a pandemic. Despite the scientific criticism applied during the development of these vaccines, there was great concern in the general population regarding the safety of using these medications, a fact that was also incited and encouraged by several political leaders. From the wide possibilities of information dissemination in the modern world, it is common to observe the emergence of misconceptions that end up being widely disseminated, a fact defined as “misconceptions”. It is in the midst of this scenario that we find a paradox in which, on the one hand, there is an excess of information available, on the other hand, there are indications of a lack of scientific validation and veracity in the instructions. With this guideline, this work sought to identify common sense notions about the SARS-Cov-2 pandemic and, based on this, propose a didactic sequence that aimed to contribute to overcoming misperceptions about demography and viral biology, using of basic genetics concepts as a teaching strategy in a didactic sequence proposed for the 9th grade of Elementary School. It is considered, therefore, that improving aspects of teaching-learning evolution during basic education can help to overcome conceptual limits commonly observed in the population and contribute to the formation of critical citizens.

Key-words: pandemic; coronavirus; denialism; evolutionary knowledge; following teaching

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mutação do vírus H1N1 ao longo do tempo.....	17
Figura 2 - Mortes causadas por algumas pandemias.....	18
Figura 3 - Representação esquemática da morfologia de um coronavírus.....	19
Figura 4a - Mapa de contaminação do novo coronavírus (em 04 de Janeiro de 2023) .....	21
Figura 4b - Mapa de mortes por Covid-19 (em 04 de Janeiro de 2023) .....	21
Figura 5 - Mapa de vacinação contra a COVID-19 (em 4 de Janeiro de 2023) .....	22
Figura 6 - Esquema representando a mutação que permite a existência da doença falciforme.....	30
Figura 7 - Informação retirada da seção Fato ou Fake do Instituto Butantan.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variantes de SARS-CoV-2 e suas principais características.....	23
Tabela 2. Etapas do processo de desenvolvimento de uma vacina.....	24
Tabela 3. Principais informações equivocadas sobre a pandemia de Covid-19.....	34
Tabela 4 - Sequência didática proposta para superação dos conceitos equivocados sobre a Covid-19.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS - Organização Mundial da Saúde

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CDC - Centro de Controle e Prevenção de Doenças (*Center for Diseases Control and Prevention*)

HIV - Vírus da imunodeficiência humana

MERS - Síndrome Respiratória do Oriente Médio

MS - Ministério da Saúde

OPAS - Organização Panamericana da Saúde

RT-PCR - Reação em Cadeia da Polimerase - Transcriptase reversa (*Reverse Transcriptase - Polymerase Chain Reaction*)

SARS - Síndrome Respiratória Aguda Grave

VBM - Variante sob monitoramento

VOC - Variante de preocupação

VOI - Variante de interesse

WHO - World Health Organization

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. Pandemias: definições e breve histórico	14
2.2. O novo coronavírus (SARS-Cov-2)	19
2.2.1. As variantes do novo coronavírus	22
2.3. Debates mundiais acerca da vacinação	24
2.4. Noções de senso comum que contribuem para a divulgação de informações equivocadas	26
2.5. Processos Evolutivos	28
3. METODOLOGIA	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1. Os conceitos equivocados encontrados podem ser entendidos como falas significativas	38
4.2. Sequência didática	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A	51

## 1. INTRODUÇÃO

A partir de 2019, o mundo enfrentou uma pandemia causada por um novo coronavírus (Sars-CoV-2). Este agente infeccioso trouxe preocupações a respeito de seus possíveis impactos no setor de saúde, na economia e, principalmente, sobre sua letalidade. Apesar disso, os índices alcançados pela doença ao longo do tempo decorrido desde o início do surto, são impressionantes.

Também foi observado a divulgação de diversas informações equivocadas, por interesses ideológicos ou falta de alfabetização científica, que prejudicaram as medidas de controle comprovadamente eficazes para o controle de síndromes virais, tais como o uso de máscaras, higienização frequente das mãos com álcool em gel e vacinação. Com o avanço da tecnologia, o compartilhamento de informações se tornou ágil e prático. Mensagens e arquivos midiáticos podem ser compartilhados em segundos com qualquer parte do mundo. Isso trouxe consigo algumas características que precisam ser acompanhadas, pois é comum observar a propagação de conteúdos carregados de informações falsas (*fake news*), conceitos equivocados (*misconceptions*) e até mesmo enganosos.

A motivação inicial deste trabalho foi realizar um estudo sobre as perspectivas de senso comum provenientes de falas significativas percebidas entre a população e a forma como elas podem ser superadas dentro campo da genética utilizando como modelo a evolução do coronavírus disseminado globalmente entre 2019 e 2020. Destarte, visa-se contribuir com informações que possam ser utilizadas no combate à desinformação causada pela globalização dos meios de comunicação, utilizando para tanto conceitos de genética e evolução no processo de aprendizagem de alunos do ensino fundamental. Sabe-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que hoje normatiza e orienta o ensino no Brasil. Buscou-se, portanto, alinhar os conteúdos com as habilidades presentes na BNCC. Para o 9º ano está descrito na unidade temática vida e evolução que o objeto de conhecimento denominado "Ideias evolucionistas" se desdobra em duas habilidades: UNIDADE TEMÁTICA: Vida e evolução. OBJETO DE CONHECIMENTO: Ideias evolucionistas. HABILIDADES: (EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica. (EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção

natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo. (BRASIL, 2018)

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivos específicos: 1) realizar um levantamento de quais os principais conceitos equivocados amplamente difundidos que podem ser superados com o conhecimento básico de genética e evolução; 2) com base nos resultados levantados, propor sequências didáticas que possam ser usadas no ensino fundamental como formas de superar os conceitos equivocados difundidos na sociedade.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Pandemias: definições e breve histórico**

O termo epidemia é originário do grego clássico e foi empregado para designar a qualidade ou característica de algo relacionado ou pertencente a uma população específica, isolada geograficamente. As palavras “epidemia” e “endemia” são relativamente mais antigas do que o termo “pandemia” que tornou-se popular devido à propagação do novo coronavírus descoberto em 2019. Para Oliveira (1971), epidemia se trata de uma doença que ataca ao mesmo tempo e no mesmo lugar grande número de pessoas e cuja causa não se determina exatamente. Ele ainda complementa a definição dizendo que a epidemia seria o resultado de um processo de avanço, ou aumento, de uma endemia.

Maia e Maia (1980) definem epidemia e comparam esse conceito com o de endemia conforme transcrição a seguir:

Moléstia contagiosa que, numa determinada região, afeta grande número de indivíduos, simultaneamente. É preciso estabelecer distinção entre epidemia e endemia; a primeira depende de uma causa acidental e a segunda de uma causa habitual. As epidemias de peste surgiram desde a antiguidade, produzindo considerável número de vítimas [...]. Devido às más condições higiênicas, à miséria e à ignorância, as guerras eram acompanhadas de epidemias. (MAIA ; MAIA, p.560, 1980)

O termo pandemia também é de origem grega e foi utilizado inicialmente por diversos autores como Platão (428 a.C - 348 a.C), Aristóteles (384 a.C - 322 a.C) e outros, ainda que em sentido genérico, como ideias que se espalhariam por vários locais, sem caracterizar efetivamente o conceito que temos atualmente. A conotação biológica foi dada posteriormente a partir da proliferação de doenças que eram disseminadas por diversas populações e países (DE REZENDE, 1998). Atualmente, a declaração de uma pandemia é feita pela Organização Mundial da Saúde (OMS), uma agência especializada em saúde

fundada em 1948, que tem como objetivo conectar e prover auxílio às pessoas em situação de maior vulnerabilidade social (WHO, 2022).

Ao realizar a análise das pandemias registradas, alguns registros históricos se destacam por sua amplitude geográfica e número de mortes. A peste bubônica<sup>1</sup> foi uma doença prevalente na Idade Média, entre os séculos XIV e XV, tendo sido responsável pela morte de cerca de 30% da população europeia da época (HAINDL, 2010). É uma doença causada a partir do contato com pulgas e roedores infectados pela bactéria *Yersinia pestis*. A doença pode se manifestar de três formas conhecidas: a forma pulmonar, a bubônica e a septicêmica. Todavia, a doença foi caracterizada pelos efeitos de sua forma bubônica mais comumente encontrada na Europa que causava a necrose celular, produzindo edemas nos gânglios e erupções cutâneas escuras. É entendido que a doença tenha chegado à Europa através da rota da seda, cujo ponto de origem era situado na Ásia (BUENO, A. BIRRO, R. BOY, R. 2020, p. 81-89). O devastador surto da peste bubônica tornou aparente a necessidade de se manter boas condições de higiene nas ruas e cidades, evitando o convívio com ratos e pulgas. Foi ainda na Idade Média que surgiram os primeiros cuidados sanitários em relação à higiene da população (ROSEN, 1994, p.59).

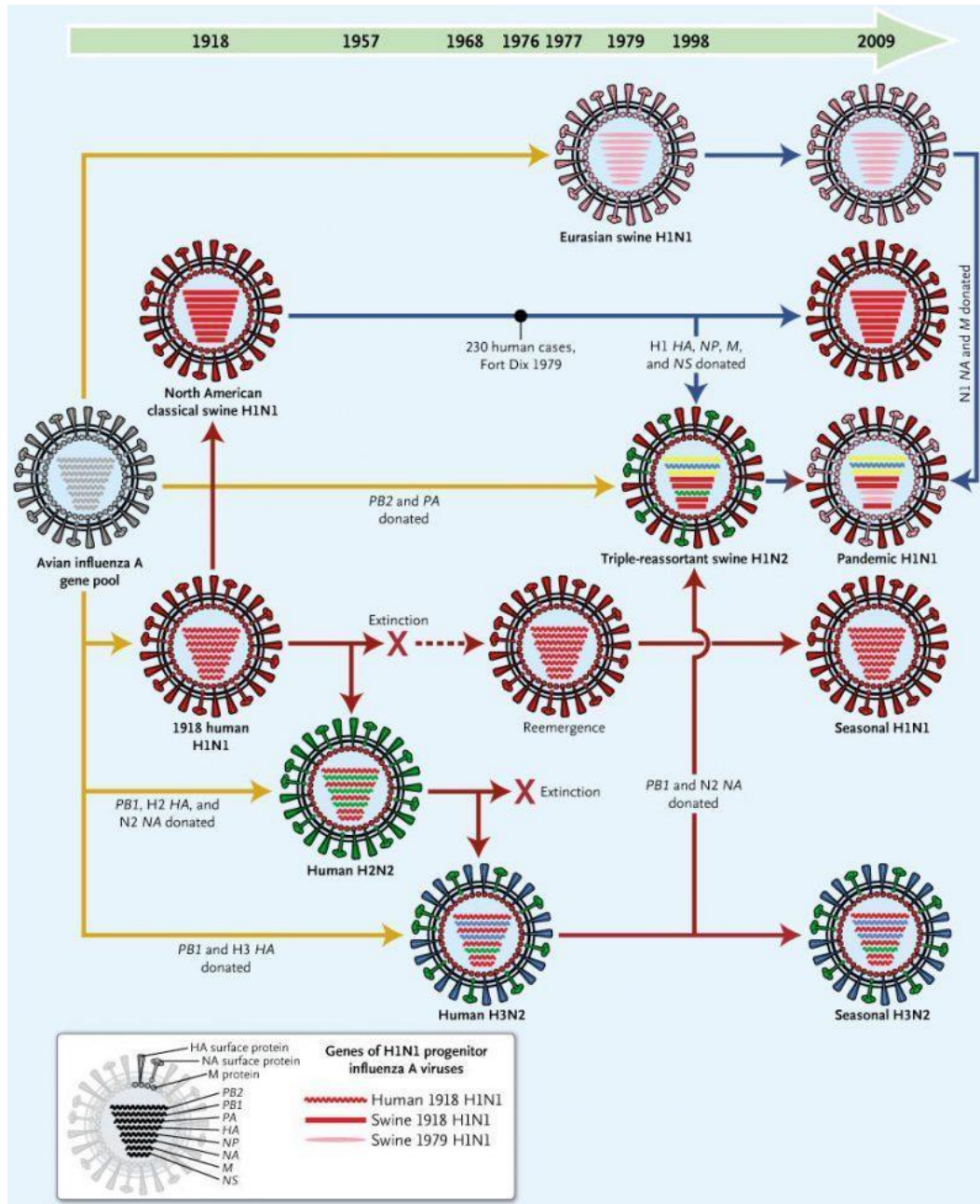
Outra pandemia que se destaca por suas proporções foi causada pelo vírus influenza (H1N1) iniciada em território estadunidense em 1918, durante a Primeira Guerra Mundial . Diferentemente dos norte-americanos, a Espanha era um país que não impunha grande censura às notícias durante a Guerra. Dessa forma, muitos deduziram, equivocadamente, que o vírus pudesse ter tido origem espanhola ou, ainda, fazer mais vítimas dentro do território da Espanha (BERTUCCI, 2009). Esta doença é muitas vezes descrita na literatura ao se falar sobre pandemias e é possível entender a razão disso, tendo em vista que cerca de 22 milhões de pessoas morreram como consequência dessa pandemia. O vírus da gripe espanhola chegou ao Brasil a bordo de navios europeus que aportaram nas cidades de Salvador, Recife e Rio de Janeiro.

No século XXI, foram declaradas duas pandemias pela OMS. A primeira, teve início em 2009 e ficou conhecida como “gripe suína”, gripe A ou ainda *Influenza A*. Este tipo de gripe, também causada por uma linhagem do vírus influenza H1N1, teve como cenário de origem, ou epicentro, o México. Apesar de carregarem um pouco de incerteza, os dados estimados da gripe A, até 2009, foram de 20 mil casos que incidiram em óbito (FILHO, 2015). É importante notar que o vírus influenza, assim como outros vírus, evolui

---

<sup>1</sup> Em geral, essa epidemia é encontrada na literatura através do termo “peste negra”. Porém, esse é um termo pejorativo e inadequado para descrever os efeitos da doença. Portanto, será adotada sua terminologia moderna.

rapidamente, acumulando mutações e trocando genes entre diferentes linhagens virais (Figura 1). Em dezembro de 2021 foi registrada a primeira morte por gripe A após o pico de infecção da doença em 2009, na qual foi identificada uma nova cepa: a H3N2.



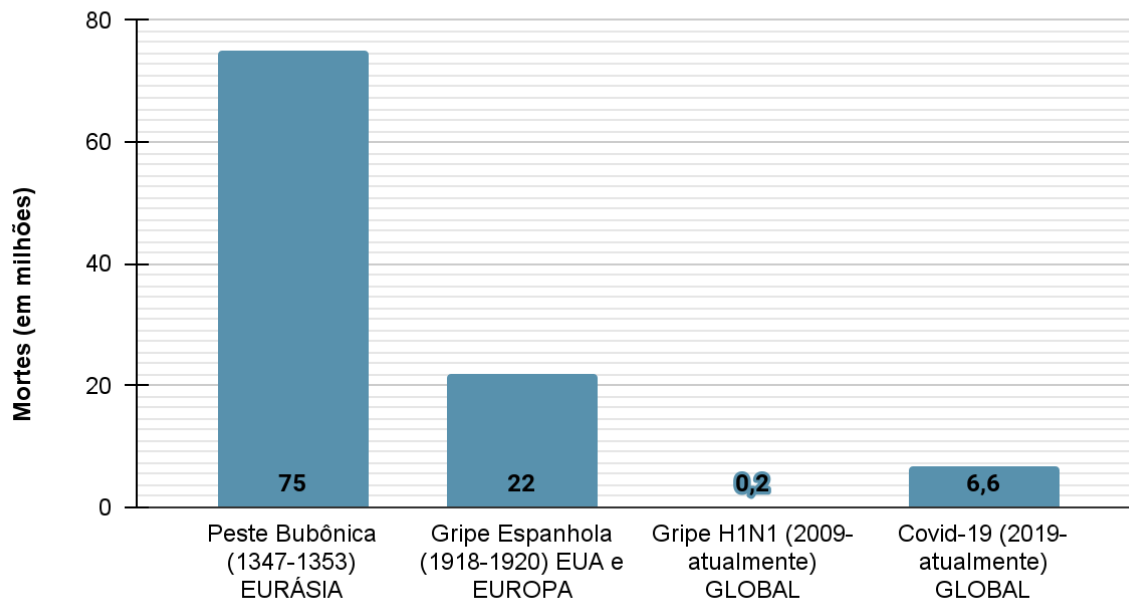
**Figura 1.** Mutação do vírus H1N1 ao longo do tempo.

**Fonte:** The New England Journal of Medicine, 2009.

Outra pandemia do século XXI se iniciou no final de 2019, conhecida como “COVID-19”, sendo causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2 (OLIVEIRA, 2022). Essa pandemia trouxe diversos desafios para sociedade, não somente às áreas da saúde. Por se tratar de um vírus transmitido pelas vias aéreas, as medidas de prevenção à disseminação se

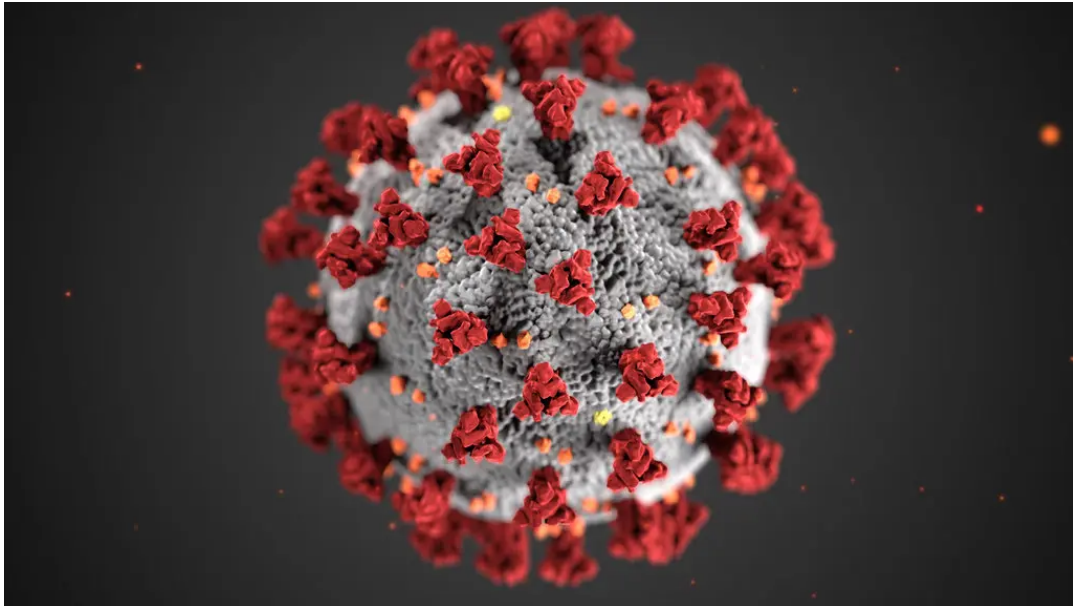
basearam no distanciamento social, uso de máscaras e desinfetante para mãos (WHO, 2021). É importante ressaltar que em 2002-2003 houve uma pandemia da SARS, causada por outro coronavírus, por isso a denominação SARS-CoV-2, indicando que este último se trata de um coronavírus modificado (OMS, 2021). A figura 2 apresenta uma visualização comparativa entre os impactos causados por cada uma das doenças brevemente descritas neste trabalho.

## Mortes causadas pelas pandemias



**Figura 2.** Mortes causadas por algumas pandemias. Dados acumulados até Janeiro/2023.  
Fonte: elaboração própria.

Coronavírus é uma família de vírus muito comum em animais. Recebem este nome devido às diversas proteínas presentes ao redor da cápsula, formando uma espécie de coroa (Figura 3). Em meados de 2019, foram relatados casos de infecção por um coronavírus mutante em Wuhan, na China, que viria a ser descrito como o SARS-CoV-2. Em fevereiro de 2020 a doença chegou ao Brasil e um mês depois foi declarada como uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2021), visto a notável transmissibilidade e potencial de infecção apresentados pelo vírus. Posteriormente, em 2022, foram publicados artigos que apontam que o mercado de frutos do mar de Huanan (China) possivelmente foi o centro de dispersão da pandemia (COHEN, 2022; WOROBEY et al. 2022).



**Figura 3.** Representação esquemática da morfologia de um coronavírus.

Fonte: The New York Times, 2020.

## **2.2. O novo coronavírus (SARS-Cov-2)**

O SARS-CoV-2 ataca principalmente os pulmões, causando uma Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS). A mutação na forma selvagem do vírus é rara, porém não é a primeira vez que foi descrita uma ocorrência deste tipo nesta família. Caso semelhante ocorreu com o MERS (Síndrome Respiratória do Oriente Médio), causada pelo vírus MERS-CoV (OMS, 2021).

O termo utilizado para se referir à doença causada pelo novo coronavírus é COVID-19 (BRASIL, 2021). Dado o considerável banco de dados genômicos de coronavírus, o principal teste empregado na detecção do SARS-Cov-2 é o teste de reação em cadeia da polimerase (RT-PCR), que é capaz de amplificar segmentos específicos que permitem a identificação do vírus (SILVA, 2021). Além desse, existem outros dois testes bastante conhecidos para detecção do vírus: o autoteste de antígeno (AT-Ag), que pode ser adquirido em farmácias e realizado pelo próprio paciente através das instruções do fabricante, que segue a mesma metodologia do teste rápido de antígeno (RT-Ag) no qual a amostra coletada através de swab nasofaríngeo é submetida a um ensaio cujo princípio é identificar proteínas presentes durante as fases de replicação viral. Um resultado de teste de antígeno positivo indica a presença do vírus no organismo (LARA, 2022).

Por se tratar de uma nova cepa de coronavírus, no início de 2020 ainda não havia vacina eficaz para imunização, o que retardou o controle mínimo da transmissão do vírus.

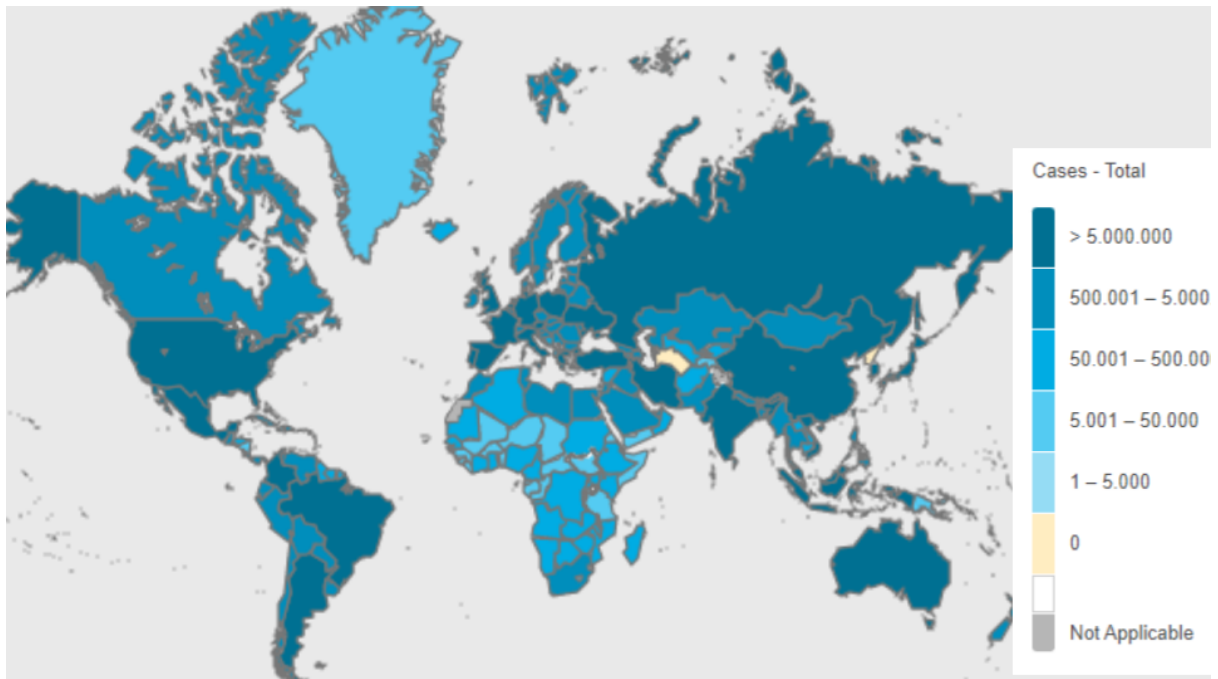
Com essas duas características (rápida transmissão e falta de vacinas apropriadas e efetivas) houve receio de uma sobrecarga no sistema público de saúde (SAVASSI, 2020) o que levou alguns governantes a criar meios e a incentivar o distanciamento social, como é demonstrado em Massuda (2020). Todavia, algumas dessas medidas não foram bem recebidas pela população, e algumas concepções equivocadas (nesta revisão, também chamadas de *misconceptions*<sup>2</sup>) contribuíram para a divulgação de informações falsas (ou *fake news*<sup>3</sup>, termo bastante difundido durante o período pandêmico atual) a respeito do vírus e das vacinas que foram desenvolvidas. Mandwar *et al.* (2020) ainda define estas informações como “mitos” a serem combatidos e elucida alguns deles, como por exemplo o engano de que caso uma pessoa seja capaz de segurar a respiração por mais de 30 segundos sem desconforto ela não pode ser afetada pelo vírus, ou o mito de que a ingestão de bebidas alcoólicas pode evitar a contaminação dessa pessoa - informação propagada até mesmo pelo presidente da Bielorrússia (PRESSE, 2020) -, ou ainda a *fake news* de que COVID-19 é uma doença que atinge apenas os idosos e portanto são os únicos que devem ser vacinados e colocados num regime de distanciamento social. Estes são apenas alguns exemplos dentre muitos casos de informações falsas que foram divulgadas em larga escala nas redes sociais e de telecomunicações (MANDWAR *et al.*, 2020), até mesmo por líderes governamentais que chegaram a incitar um combate às medidas de proteção estabelecidas inicialmente pela OMS.

É importante notar que os números da pandemia do novo coronavírus são extremamente altos e também que os dados são alarmantes, especialmente no Brasil. No mundo todo, até o dia 04 de Janeiro de 2023, haviam sido identificados 655.689.115 (Seiscentos e cinquenta e cinco milhões, seiscentos e oitenta e nove mil, cento e quinze) casos confirmados e 6.671.624 (seis milhões, seiscentas e setenta e uma mil, seiscentas e vinte e quatro) mortes (dados obtidos da Organização Mundial da Saúde em Janeiro de 2023). Como mostrado nas Figuras 4a e 4b, os países mais afetados foram os mesmos que mostraram grandes dificuldades quanto ao enfrentamento da pandemia (WHO, 2023).

---

<sup>2</sup> *Misconception* é um termo da língua inglesa que, numa tradução literal, seria o equivalente a “conceito equivocado”. De maneira geral, trata-se de uma ideia equivocada ou crença não comprovada cientificamente (é importante notar que o termo não se refere à assuntos e crenças de cunho religioso) que são encontradas em falas da população e que, segundo Bahar (2003) podem se caracterizar por “serem a sua própria versão de ciência”.

<sup>3</sup> *Fake news* é um termo empregado para definir a transmissão de informações que carregam de forma proposital aspectos incoerentes ou falsos que tem por fim causar a desinformação e caracterizando um desserviço à população.



**Figura 4a.** Mapa de contaminação do novo coronavírus (em 04 de Janeiro de 2023). Fonte: OMS, 2022.



**Figura 4b.** Mapa de mortes por Covid-19 (em 04 de Janeiro de 2023). Fonte: OMS, 2022.

Alinhado com a tendência do primeiro mapa, a Figura 4b evidencia as mortes causadas pela Covid-19. Nota-se que os países com maior taxa de contaminação, também são os países com maior letalidade pelo vírus. Além disso, é possível sugerir que a taxa de letalidade está diretamente relacionada à taxa de vacinação. Por exemplo, a África possui os maiores índices de mortes e é, também, o continente com maior carência na aplicação de

vacinas, evidenciando a necessidade de suporte a tais países para que haja a imunização completa da população humana (Figura 5).

Percebe-se, desta forma, que a eficiência plena da imunização com a vacina só pode ser atingida a nível global, isto é, garantindo acesso à saúde e agilizando os processos de vacinação em massa de todos os países, pois, do contrário, os esforços dos cientistas em desenvolver novas vacinas torna-se uma medida irrisória diante da capacidade de mutação do vírus (SANTIN e NASCIMENTO, 2021), que pode apresentar novas variantes capazes de driblar o sistema imune e causar várias ondas de reinfecção, mesmo em pessoas já vacinadas (MANDWAR *et al*, 2020).



**Figura 5.** Mapa de vacinação contra a COVID-19 (em 4 de Janeiro de 2023). Fonte: OMS,2022.

### 2.2.1. As variantes do novo coronavírus

Segundo o Informe Semanal (BRASIL, 2021, p.5), “as variantes virais surgem quando determinadas mutações se fixam e começam a ser disseminadas. Desta forma, o vírus original (ancestral) pode ter inúmeras variantes [...]”. Neste mesmo documento, existe a definição e diferenciação das variantes de preocupação (VOCs) e variantes de interesse (VOIs). Uma forma modificada do vírus é inicialmente investigada (VOI) e, se constatada uma mutação que implique na vantagem seletiva com maior patogenicidade, essa forma é, então, considerada uma VOC.

Pulliam *et al* (2022) elaboraram uma extensa e detalhada metodologia para monitorar os riscos associados com cada nova forma do vírus registrada até então. A Ômicron foi caracterizada como a mais contagiosa e pode ser associada com o aumento do risco de reinfeção pelo vírus. Em todos os casos, a compreensão da forma e características da proteína S<sup>4</sup> de cada nova mutação se mostra fundamental para a confecção de vacinas eficazes (RODRIGUES, 2021). Na Tabela 1, estão descritas as principais variantes registradas do SARS-CoV-2 e suas características.

Segundo o documento emitido pelo Ministério da Saúde do Brasil, até outubro de 2021, haviam sido identificados mais de 1.500 mutações no genoma de SARS-CoV-2 (BRASIL, 2021), dentre as quais quatro podem ser caracterizadas como VOCs: linhagem B.1.1.7 (variante alfa); linhagem B.1.351 (variante beta); linhagem B.1.1.28.1 (variante gama ou P.1); linhagem B.1.617 [variantes kappa (VOI) e delta]. A partir de definições encontradas no Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC, 2022), foi possível verificar que apenas a linhagem B.1.1.529 (variante ômicron) é, atualmente, considerada uma VOC, tornando as anteriores *Variants Being Monitored* (VBMs).

**Tabela 1.** Variantes de SARS-CoV-2 e suas principais características.

<b>Variante</b>	<b>Transmissibilidade</b>	<b>Principais mutações</b>	<b>Manifestações Clínicas</b>	<b>Primeira identificação (Origem)</b>
Alfa <sub>1</sub>	52 a 69% maior que o vírus ancestral e com taxa de reinfeção aumentada em 60%	Apesar de muito transmissível, esta variante mostrou-se incapaz de resistir às ações de anticorpos (estimulados ou não por vacinas).	Menor perda dos sentidos organolépticos, todavia, a mutação está associada com o aumento de casos mais severos de Covid-19.	Dez. 2020, Reino Unido.
Beta <sub>1</sub>	4,62 vezes maior que o vírus original de Wuhan.	Em comparação com a variante Alfa, possui chances um pouco maiores de progredir a doença para casos severos e óbitos.	Mesmo em pessoas com ciclo vacinal completo, essa variante foi capaz de causar efeitos severos da doença.	Dez. 2020, África do Sul.
Gama <sub>1</sub>	Polimorfismos na proteína S dessa variante podem ser responsáveis pela alteração em sua taxa de transmissibilidade.	Aumento da probabilidade de infecção entre jovens e adultos. Maior patogenicidade e virulência	Probabilidade de internação de jovens e adultos aumentada em comparação às infecções pelo vírus selvagem. A idade mostra-se como fator	Jan. 2021, Brasil.

<sup>4</sup> Proteína S é uma das quatro estruturas fundamentais dos coronavírus. Também chamada de Spike ou espiga, essa proteína é a principal responsável pelo reconhecimento célula-vírus, constituindo-se, portanto, como a chave para que haja a entrada do vírus na célula hospedeira. Esse é o principal motivo pelo qual o desenvolvimento das vacinas possuem essa proteína como objeto de estudo-alvo (RODRIGUES, 2021).

Variante	Transmissibilidade	Principais mutações	Manifestações Clínicas	Primeira identificação (Origem)
	Todavia, ainda é menos transmissível que a variante alfa.		determinante.	
Delta <sub>2</sub>	Aumentada devido à mutação L452R na proteína S.	É 37 a 163% mais transmissível que a variante alfa. Aumento de 11% na mortalidade de pacientes infectados e não vacinados.	Pacientes com maior carga viral. Prevalência entre as idades de 5 a 49 anos.	Mar. 2021, Índia
Ômicron <sub>3</sub>	Estudos demonstram que ela é a mais contagiosa dentre todas as variantes.	Muitas mutações não-sinônimas na proteína S, aumentando a transmissibilidade e letalidade. Há evidências de reinfeção mesmo em pessoas vacinadas, sugerindo que as vacinas atuais não são tão eficazes contra a Ômicron e outras variantes.	Casos graves da doença não são observados com tanta frequência, porém ainda não se sabe se isso é devido à uma característica do vírus ou à taxa relativamente alta de vacinação.	Nov. 2021, África do Sul.

Fonte: Brasil, 2021 (1); CDC, 2022 (2); HE et al, 2021 (3).

### 2.3. Debates mundiais acerca da vacinação

O desenvolvimento de uma vacina eficaz e segura para determinada doença deve contemplar algumas etapas: pré-clínica, fase 1, fase 2 e fase 3 (DUARTE, 2021). Estas etapas estão descritas de maneira sucinta na tabela 2, na qual é possível observar que o processo zela pela segurança do início ao fim.

Tabela 2. Etapas do processo de desenvolvimento de uma vacina.

Fases	Pré-clínica	1	2	3
Característica	Envolve teste em animais para comprovação da capacidade daquele método de produzir resposta imune.	Ensaio com um pequeno grupo de adultos saudáveis para verificação da eficácia e segurança da vacina.	Ensaio com grupos maiores. Continua-se as avaliações de segurança da resposta imune.	Ensaio com grandes grupos e utilização de placebos para confirmar a eficácia da vacina.

Fonte: DUARTE, 2021.

É notória a rapidez com a qual foram desenvolvidas vacinas comprovadamente eficazes para a proteção dos humanos contra a COVID-19. Em menos de duas semanas o DNA viral já havia sido sequenciado e dentro de um ano, já existiam vacinas devidamente testadas. Essa agilidade foi devida à mobilização global para criar planos de contingência da doença e reuniu diversas instâncias de diversos países. Como mencionado, o banco de dados genômicos de coronavírus já era consideravelmente extenso, portanto, já existiam diversas pesquisas neste sentido (CEARÁ, 2021) na universidade de Oxford, algumas datando de 2003, quando emergiu a primeira síndrome respiratória aguda (BUTANTAN, 2021). Esses estudos permitiram que algumas fases do desenvolvimento das vacinas fossem sobrepostas, permitindo o aceleração do processo. Aliada às frentes de pesquisa, uma característica muito importante foi a baixa taxa de mutação do novo coronavírus em relação a outros vírus, como o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) por exemplo, que contribuiu para que essa velocidade no desenvolvimento de vacinas fosse alcançada (BUTANTAN, 2022). Além disso, a tecnologia atual associada a disponibilização de recursos financeiros exclusivos para o desenvolvimento da vacina em vários países, tanto pela iniciativa pública quanto privada, contribuíram para a aceleração do resultado, principalmente se comparada com outras pandemias como H1N1 ou com a gripe espanhola. (FREIRE et al, 2021).

Contudo, a rapidez com a qual esses medicamentos foram apresentados despertou sentimentos de inquietação em algumas pessoas quanto à veracidade e eficácia das vacinas, sendo que diversos grupos, alguns mais radicais, começaram a incitar um movimento de “não-vacinação” (KENNEDY, 2020 *apud* MASSARANI *et al*, 2021). Isto certamente causou atrasos no processo de imunização e no combate à transmissão do vírus e, conseqüentemente, à contenção da doença.

Em 2020, a OMS criou, como parte de um conjunto de medidas que visavam aumentar o acesso à informação e a ajuda aos diversos países afetados pelo vírus, o consórcio *COVAX Facility*, no qual foram centralizadas facilidades quanto ao financiamento, encomenda e distribuição de vacinas, além de disponibilizar diversos materiais sobre a importância da vacinação e a forma de ação desses métodos profiláticos.

No Brasil, o cenário acontecia de forma diferente, com uma política de descrédito ao conhecimento e práticas científicas. Corrêa e Ribeiro (2021) caracterizaram duas práticas questionáveis realizadas pelo governo federal. A primeira se deu a partir da não adesão geral ao confinamento (*lockdown*), fato apoiado nas falas do presidente e de muitos empresários que usavam o lema “O Brasil não pode parar”. Neste momento, o governo federal acreditava que chegaria-se a um limiar da “imunidade de rebanho”: situação na qual a cadeia de

transmissão do patógeno é interrompida devido à imunidade coletiva adquirida pela maioria da população, formada por pessoas que se recuperaram da doença ou os que foram vacinados contra aquela moléstia. Porém, ignorou o fato de que, como não havia vacinação eficiente, muitas pessoas morreriam durante o processo para que este estado fosse alcançado. Também foi ignorado o fato que a imunidade de rebanho só pode ser atingida caso não houvesse reinfeção, o que não é o caso da COVID-19. A segunda prática questionável do governo foi a recusa do Brasil, após um rodízio de pelo menos quatro ministros da Saúde, em participar da COVAX (CORRÊA ; RIBEIRO, 2021). No início de 2021, o Brasil contava apenas com duas vacinas produzidas no país a partir de insumos importados: a AstraZeneca, produzida na Fundação Oswaldo Cruz, e a Corona Vac, produzida no Instituto Butantan. Embora ambas estivessem realizando a fabricação das vacinas em larga escala e de forma acentuada, ocorreram atrasos no fornecimento de insumos necessários e as doses previstas inicialmente não puderam ser entregues no prazo (LANDIM, 2021). Dada a incapacidade nacional de produção da vacina em tempo hábil para imunização da população, anunciou-se a necessidade de obter apoio externo para compra e distribuição dos medicamentos. O Brasil então entrou para o consórcio COVAX tardiamente, em março de 2021, quase um ano após a criação da iniciativa, ou seja, foi como se o Brasil entrasse no “fim da fila”. Além desse atraso, nesta época o programa já encontrava algumas dificuldades em estabelecer-se da forma a qual havia sido inicialmente pensado. Os países com maior poderio econômico detiveram as maiores negociações com as indústrias farmacêuticas, apoiados por patrocinadores, e, com pensamentos nacionalistas, compraram grandes lotes de vacina, fragilizando ainda mais o acesso dos países pobres (SANTIN; NASCIMENTO, 2021).

Apesar deste cenário inadequado para o qual o COVAX se encaminhou, estima-se que no Brasil teria sido possível evitar a morte de pelo menos 217 mil pessoas simplesmente a partir da adoção de medidas profiláticas de combate à transmissão e evolução do vírus (CORRÊA ; RIBEIRO, 2021).

#### **2.4. Noções de senso comum que contribuem para a divulgação de informações equivocadas**

Algumas soluções são propostas para o combate às notícias falsas. Uma delas é indicar fontes confiáveis de informações. Mandwar *et al* (2020), explicitam que, ao falar de COVID-19, a OMS e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (Center for Disease

Control and Prevention, CDC), podem ser listados como órgãos confiáveis para obtenção de informações. No Brasil, podemos citar o Ministério da Saúde (MS) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como bases seguras para obtenção de informações, não apenas sobre a COVID-19 como também diversos assuntos relacionados à área da saúde humana em geral, uma vez que há equipe técnica especializada.

Para tratar da transmissão de informações de conteúdo falso ou equivocado, tomaremos como referência a definição que foi encontrada em Massarani *et al.* (2021) cuja proposta apresentada é baseada na definição da OMS e da Organização Panamericana de Saúde (OPAS, 2020) de que a propagação e a disponibilização excessiva de informações, cientificamente corretas ou não, a respeito da pandemia de COVID-19 (e sobre outros assuntos também) seja chamada de *infodemia*. A mesma definição é encontrada em Freire *et al.* (2021), artigo no qual são explorados dados que demonstram a eficácia da ciência no combate ao avanço da pandemia em detrimento a medidas especulativas e até mesmo “milagrosas” tomadas por alguns governos que enfrentaram grandes dificuldades na contenção inicial da disseminação da doença. É importante notar que o conceito de infodemia empregado pela OMS engloba não apenas o excesso de informações falsas, mas a abundância de informações, exatas ou não (principal aspecto característico para definição de infodemia), e que dificulta o alcance de fontes confiáveis. Sendo assim, aqui a infodemia caracteriza-se por ser o principal meio de geração de desinformação sobre a pandemia do novo coronavírus. Esta definição vem ao encontro do que costumamos chamar de “senso comum” e de sua contribuição para perpetuação e disseminação de ideias errôneas. Em outras palavras, essas ideias equivocadas tornam-se meios para que a falta de informação celebre paradeiro no pensamento da população a respeito de um assunto, normalmente, polêmico ou ainda desconhecido.

É válido ressaltar a extrema importância da tecnologia atual na propagação e manutenção da infodemia, pois é visto que diversas pessoas utilizaram palanques e holofotes tecnológicos para beneficiar a si ou a outros de seu interesse durante o período pandêmico (FREIRE *et al.* 2021), garantindo muitas das vezes que conceitos errôneos fossem incorporados ao discurso em redes sociais e outras mídias da internet. (MASSARANI *et al.* 2021).

Em 2021, Freire *et al.* também realizaram a análise da gravidade da propagação simultânea da pandemia e da infodemia e a transcendência desta sobre aquela, demonstrando o poder catastrófico que as notícias e informações falsas (*fake news*) podem exercer sobre um determinado assunto ou situação. Há até mesmo indícios de xenofobia e racismo durante o

período pandêmico, visto que alguns países levantaram acusações, especialmente à China, de bioterrorismo em um tipo de teoria da conspiração na qual o país estaria envolvido e apto a dar prosseguimento. A falta de provas e o preconceito caracterizam a irregularidade e injustiça das *fake news*, evidenciando uma vez mais a necessidade de supressões à elas. Diante dessas dificuldades, é comum que sejam esperadas medidas de combate à desinformação e ao desserviço público.

Estes eventos deram palanque a diversas discussões que se baseiam numa dicotomia encontrada durante a avaliação tanto da conduta das pessoas numa situação atípica quanto da questão da liberdade de expressão diante alguns fatos. Faz-se necessário, neste momento, esclarecer duas coisas: primeiro, não há situação na qual a opinião própria e individual deva se sobrepor aos interesses públicos e suas devidas características e informações, que devem ser plenamente exatas em seu conteúdo a fim de garantir os direitos básicos seja de saúde, educação e segurança. O segundo ponto a ser observado ao realizar esta análise é que embora as *fake news* e condutas que integram movimentos de desserviço público necessitam ser combatidas, esse processo de aplacar precisa seguir algumas diretrizes mínimas a fim de garantir também o direito individual, a livre-escolha, a liberdade de expressão. Neste último ponto, é crucial que a busca seja voltada para evitar qualquer tipo de censura, pois esta, segundo Freire *et al.* (2021) "seria ainda mais prejudicial à sociedade e à democracia do que a própria infodemia".

Outro fator que contribui para a avalanche de *fake news* e para o sucesso destas em engolir os fatos verídicos diz respeito aos praticantes e propagadores dessas informações equivocadas. É notado que países nos quais a população possui maior crença nos métodos de prevenção ao contágio da doença e na eficácia das vacinas, o que foi superlativamente evidenciado e diferenciado no período pandêmico, houve menor propagação e uma recuperação "pós-pandemia" mais rápida e melhor visualizada (AMORIM ; VASCONCELLOS, 2021). Por outro lado, os países que criticaram, combateram e, até mesmo, invalidaram os direcionamentos da ciência, enfrentaram, ou ainda enfrentam, grande dificuldades internas e externas (em suas relações internacionais, por exemplo).

A partir destas observações, pode-se relacionar a existência de percepções equivocadas com o desconhecimento de aspectos gerais do vírus e também de conceitos básicos em evolução.

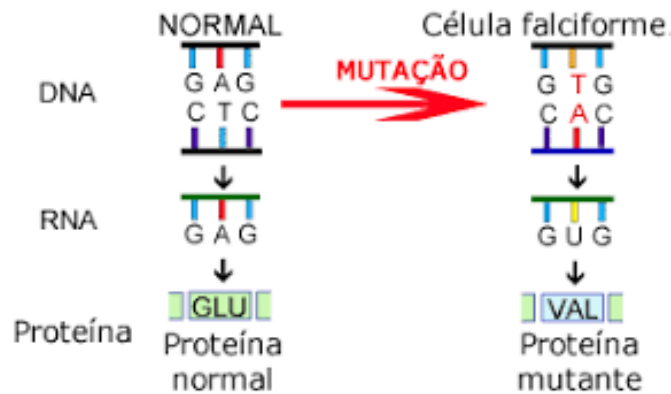
## 2.5. Processos Evolutivos

A chamada teoria sintética da evolução corresponde à síntese entre o conceito de seleção natural e ancestralidade comum, relacionada aos estudos publicados por Charles Darwin e Alfred R. Wallace no século XIX, com os conhecimentos de genética, construído nas primeiras décadas dos anos 1900 (AMABIS ; MARTHO, 2017). De acordo com a Teoria Sintética da Evolução, processos evolutivos são aqueles capazes de alterar a composição genética de uma população, sendo eles: seleção natural, mutação, migração (fluxo gênico), e deriva genética (SENE, 2009).

A mutação gênica consiste na alteração da sequência de nucleotídeos presentes na molécula de DNA, originando novos alelos para os loci envolvidos. As mutações podem ser seletivamente neutras ou não, dependendo do seu impacto sobre o valor adaptativo do portador da mutação. Um exemplo muito comum para compreender a ideia de mutação gênica é a anemia falciforme, uma mutação genética na qual ocorre alterações a nível molecular (a troca de uma base timina por uma adenina no gene codificante do aminoácido glutamina GAG, fazendo com que o RNAm traga a informação de codificação de valina GUG, conforme demonstrado na figura 6); e que a nível estrutural acarretará na alteração da proteína produzida por esse gene (GALIZA-NETO e PITOMBEIRA, 2003). Essa doença é geograficamente mais distribuída pelo continente africano, local que enfrenta grandes epidemias de malária (doença causada pelo protozoário *Plasmodium falciparum*). Todavia, nota-se que, frente à malária, os indivíduos portadores da anemia falciforme apresentam certa vantagem sobre os que não a possuem, pois o parasita não consegue se instalar e se desenvolver dentro das células em forma de foice (ODA ; CARMO, 2020).

Quando uma mutação gera algum tipo de modificação que altera o processamento do código genético, tem-se uma mutação não-sinônima, como é o caso da anemia falciforme. Embora algumas mutações acarretem na geração de novos aminoácidos e tenham efeitos macromoleculares, nem todas culminarão com a produção de novas proteínas, o que é conhecido por mutação sinônima ou silenciosa (PAIVA; ALVES, 2021). As mutações também podem ser seletivamente neutras. Por exemplo, na espécie *Babryrousa babryrusa*, animal encontrado nas ilhas da Indonésia, que possui dentes que ao longo do tempo podem crescer e perfurar seu crânio ocasionando sua morte. É interessante pensar os motivos pelos quais o processo evolutivo não suprimiu essa característica e, através da seleção natural, garantiu vantagem adaptativa aos indivíduos com dentes menores ou até mesmo sem eles. O motivo principal é que os dentes crescendo ao longo da vida não impedem as babirusas de se

reproduzirem, pois como demonstrado com babirusas nascidas em cativeiro, elas costumam atingir a maturidade sexual até os 5 anos de idade (apesar desse número aparentemente variar de acordo com a nutrição e outros fatores da vida de um animal selvagem) (MACDONALD, 1993).



**Figura 6.** Esquema representando a mutação que permite a existência da doença falciforme.  
 Fonte: University of California Museum Paleontology, 2015.

De acordo com Darwin (1959), a seleção natural é um processo populacional através do qual variantes vantajosas são perpetuadas em uma população e variantes desvantajosas eliminadas. Com isso, nos moldes da seleção natural, é coerente considerar que haverá reprodução diferencial (AMABIS ; MARTHO, 2017). Ao estudar evolução, observa-se a evolução de fenótipos como reflexo de sua base genética associada. De fato, para que ocorra seleção natural alguns requisitos são necessários, sendo eles: deve haver variação fenotípica entre os indivíduos, essa variação deve ser herdável, deve haver uma pressão de seleção que leve a reprodução diferencial dos indivíduos da população em função de sua base genética (SENE, 2009). Dessa forma, a seleção natural pode ser melhor compreendida a partir da observação da distribuição da variação fenotípica de uma população (geralmente uma distribuição normal) ao longo das gerações. Tradicionalmente, pode-se classificar a seleção natural sobre fenótipos em três categorias: seleção estabilizadora (quando os fenótipos intermediários tendem a possuir maior valor adaptativo); seleção direcional (quando um fenótipo da extremidade da distribuição possui valor adaptativo maior); e seleção disruptiva (quando ambos os fenótipos extremos possuem valor adaptativo maior do que o fenótipo médio) (BRANDT, 2015). Do ponto de vista molecular, também é possível estudar seleção natural (seleção positiva, negativa, balanceadora). A seleção direcional pode ser positiva ou negativa. A positiva é aquela incidente sobre uma mutação adaptativa que é responsável por aumentar a frequência dessa alteração positivamente na população. Por consequência, a

seleção negativa agirá no sentido contrário, contribuindo para a diminuição da frequência de determinada mutação para garantir que mutações deletérias, por exemplo, não aumentem na população. Além da seleção direcional, há também a seleção balanceadora (ou estabilizadora) que, através do controle de vários mecanismos de manutenção da diversidade, pode garantir que sejam encontrados polimorfismos na população (BITARELLO, 2011).

Semelhantemente, os processos de migração entre populações podem afetar diretamente as frequências gênicas em uma população. Com um grande número de emigrantes, uma população pode ter suas frequências diminuídas assim como, por outro lado, a população que está recebendo imigrantes sofrerá alterações nas características alélicas da população original (SALMAN, 2007).

Outro processo evolutivo importante é a deriva genética que pode ser encarada como um processo em que as frequências alélicas e genotípicas são alteradas ao longo das gerações a partir de eventos casuais, podendo levar à eliminação ou fixação de determinados alelos de forma estocástica, independentemente de carregar consigo alguma vantagem adaptativa ao indivíduo (SENE, 2009; OLIVEIRA ; SOBRINHO-JÚNIOR, 2018). O efeito da deriva genética é maior em populações pequenas, onde fatores casuais podem mudar drasticamente as frequências gênicas e genotípicas de uma geração para outra. A mutação associada com a deriva genética é capaz de ressignificar o caminho que os alelos de determinada população seguirão no curso da evolução.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho consiste em pesquisa de caráter qualitativo, através da análise documental (PIMENTEL, 2001), para levantamento de misconceptions relacionadas à pandemia COVID-19. Para tanto foi realizado um levantamento no qual foram consultados diversos artigos disponíveis nas plataformas *Scholar Google*, PubMed e Scielo utilizando-se como palavras-chave: “pandemia”; “vacina”; “Covid-19”; “SARS-Cov-2”; e “*misconceptions*”. Este levantamento também se estendeu a sites governamentais, organizações de saúde e a quatro sites de checagem de informações: a página “Fato ou Fake” do G1; a seção “Estadão verifica”, do Jornal Estadão; a página Tira dúvida, do Instituto Butantan; e o sítio eletrônico da Agência Lupa. Todas essas consultas intencionaram a obtenção de informações sobre o assunto central desta monografia. Essa busca objetivou encontrar informações fidedignas que pudessem ser contrastadas com concepções equivocadas sobre a demografia e evolução viral encontradas em discursos e ideias da população em geral, levantando discussões e até mesmo refutações utilizando o conhecimento científico atual na área de evolução para equalização dessas percepções. Os principais conceitos equivocados foram retirados de notícias e explicações em sites de revistas eletrônicas e outras fontes de informação popular, matérias e artigos de divulgação científica. Sendo assim, neste levantamento inicial as ideias equivocadas encontradas indicaram a forma do desenvolvimento deste trabalho, uma vez que permitiram que esses conceitos fossem contrapostos à luz da evolução. Os *misconceptions* foram setorizados em categorias emergentes (BARTELMÉBS, 2013), ou seja, grupos que foram idealizados ao longo do desenvolvimento do trabalho, a partir dos dados coletados, tendo como base conexões e relações entre estes conceitos.

Com base nos resultados da análise documental, foi proposta uma sequência didática utilizando conceitos evolutivos como mutação, demografia viral, deriva genética, seleção natural e outros conhecimentos de genética para contribuição na superação do senso comum sobre a propagação do vírus, que poderiam ser alinhadas às habilidades EF09CI10 e EFO9CI11<sup>5</sup> da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destinada ao 9º ano do Ensino Fundamental.

---

<sup>5</sup> Habilidades constantes da unidade temática denominada vida e evolução, de Ciências, proposta para o 9º ano do ensino fundamental pela BNCC.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 sintetiza o resultado de levantamento de misconceptions realizada neste trabalho. Cada informação foi registrada como conceitos/informações equivocadas, *Fake News* e desinformação que foram reconhecidas através de publicações em jornais e outros canais de disseminação da informação explicitando sua incoerência científica.

Para Marcela Duarte, coordenadora da Agência Lupa, a primeira agência de checagem de informações do Brasil (LORENZETTI ; VERDUM, 2021), o período pandêmico passou por algumas grandes ondas de desinformação. A primeira delas relacionada com as origens do vírus, na qual houve levantamento de hipóteses de causas propositais. Após esse momento vieram as “curas milagrosas”, na qual uma série de ritos e procedimentos sem cunho científico algum foram propagadas como poderosas ferramentas caseiras para inibir, eliminar e prevenir a contaminação. Essa visão está alinhada com a categorização realizada na Tabela 3, na qual, através da identificação de algumas semelhanças entre as notícias falsas, foi possível segregar as frases em 4 categorias emergentes, duas delas coincidem com a visão dada por Duarte. Dessa forma, a divisão das frases resultou em quatro categorias, sendo elas: origem; prevenção/controle; demografia; e genética. Essas categorias foram idealizadas imaginando-se que as frases pertinentes a cada uma delas poderiam ser utilizadas para fomentar discussões a respeito do tema.

Tabela 3. Principais informações equivocadas sobre a pandemia de Covid-19.

<b>Categoria emergente</b>	<b>Informação equivocada (<i>Misconception</i>)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Possível implicação da disseminação</b>	<b>Qual conceito/informação pode ser utilizado para esclarecer o equívoco.</b>
<b>1. Demografia</b>	As cidades com maior densidade demográfica são culpadas pela disseminação da doença	HOBBS, SEABRA; HUDSON, 2020.	Tomar como verdade que as medidas de controle são ineficazes nos grandes centros	1a. Demografia viral em contraste com distribuição de renda e curvas de infecção
	Início do surto de H1N1 no Brasil, em 2009, matou mais que o do novo coronavírus	PENNAFORT, 2020.	Diminuir a preocupação com o possível impacto que o vírus causaria no sistema de saúde e na sociedade	1b. Taxas de contaminação, formas de transmissão da doença e gráficos de letalidade das doenças (em consonância com o Gráfico 1, deste trabalho)
	Vacinação em larga escala cria variantes do novo coronavírus e agrava a pandemia	PINHEIRO, 2021.	Promulgação de ideias anti vacinais e redução da taxa de vacinação	1c. Mutação viral; epidemiologia e ação das vacinas
	Brasil teve mais registros de mortes no primeiro semestre de 2019 do que no mesmo período de 2020	PENNAFORT, 2020.	Diminuir a preocupação com o possível impacto que o vírus causaria no sistema de saúde	1d. Taxas de contaminação e formas de transmissão da doença
<b>2. Genética</b>	A vacinas mantidas a -80°C são agentes para infectar células e transferir material genético	DOMINGOS, 2021.	Diminuição da taxa de vacinação	2a. Transferência de material genético. Diferença entre plasmídeo e DNA humano.
	A vacina contra a Covid-19 pode modificar o DNA dos seres humanos	LORENZETTI ; VERDUM, 2021.	Diminuição da taxa de vacinação. Menor prevenção, aumento da	2b. Hereditariedade e características do DNA

Tabela 3. Principais informações equivocadas sobre a pandemia de Covid-19.

<b>Categoria emergente</b>	<b>Informação equivocada (<i>Misconception</i>)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Possível implicação da disseminação</b>	<b>Qual conceito/informação pode ser utilizado para esclarecer o equívoco.</b>
			transmissão e mortalidade.	
	As vacinas contra o novo coronavírus podem gerar seres geneticamente modificados	QUEIROZ, 2020.	Diminuição da taxa de vacinação	2c. Conceitos básicos de genética (DNA, RNA, transmissão de genes)
	As vacinas contra a Covid-19 são produtos de terapia gênica	ANVISA, 2022.	Diminuição da taxa de vacinação	2d. O que são terapias gênicas
	As fotos de bebês com rabo, excesso de pelos e com braços e pernas a mais têm relação com vacinação contra a Covid-19	BUTANTAN, 2022.	Diminuição da taxa de vacinação	2e. Síndromes congênitas
<b>3. Origem</b>	As variantes do vírus causador da Covid-19 são criadas aleatoriamente por governos	DOMINGOS, 2021.	Criação de teorias conspiratórias e apoio à anticiência	3a. Análise filogenética e mutação
	Tasuku Honjo, Nobel de Medicina em 2018, disse que coronavírus foi criado por cientistas	GUIMARÃES, 2020.	Creditação à cientistas a disseminação do novo coronavírus	3b. Mutação da forma selvagem
	Surgimento de novas variantes do SARS-CoV-2 comprovam a ineficácia das vacinas	BUTANTAN, 2022.	Reduções nas taxas de vacinação	3c. Mutação viral (mecanismos de mutação)
	As variantes do novo coronavírus são produtos da vacinação	CUNHA ; TALAMONE, 2022.	Reduções nas taxas de vacinação	3d. Mutação viral (aleatoriedade das mutações)
	O coronavírus foi criado de forma artificial em um laboratório	CUNHA, 2022.	Criação de teorias conspiratórias e apoio à	3e. Evolução e especiação (o que se esperaria filogeneticamente se o

Tabela 3. Principais informações equivocadas sobre a pandemia de Covid-19.

<b>Categoria emergente</b>	<b>Informação equivocada (<i>Misconception</i>)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Possível implicação da disseminação</b>	<b>Qual conceito/informação pode ser utilizado para esclarecer o equívoco.</b>
			anticiência	vírus fosse criado em laboratório?)
	Ômicron foi inventada para justificar efeitos colaterais das vacinas	BUTANTAN, 2022.	Reduções nas taxas de vacinação	3f. Mutação viral (características da variante conhecida como Ômicron; mecanismos de mutação); Compreensão da diferença entre sintomas de novas mutações e efeitos colaterais de vacinas
<b>4. Prevenção/ Controle</b>	As mortes por COVID-19 são um indicador da situação atual	VITAL STRATEGIES, 2021.	Flexibilização perigosa nas medidas de controle	4a. Formas de transmissão/ período de incubação do vírus
	Álcool em gel não é eficaz na prevenção contra o coronavírus	MACHADO, 2021.	Não aplicação da prática e maior exposição ao vírus.	4b. Características morfológicas dos vírus
	Não é necessário usar máscaras como forma de prevenção	COSTA, 2021.	Não aplicação da prática e maior exposição ao vírus.	4c. Formas de transmissão do vírus.
	Vacinas não são seguras, causam problemas de saúde.	MONTEIRO, 2021.	Não vacinação. Menor prevenção, maior transmissão e mortalidade.	4d. O que é a vacina e como funciona
	A proteína spike contida nas vacinas é tóxica e patogênica	DUARTE, 2022.	Diminuição da taxa de vacinação	4e. Estrutura viral e formas de infecção
	O novo coronavírus não resiste ao calor e à temperatura de 26°C ou 27°C	FIOCRUZ, 2022.	Flexibilização inoportuna das medidas de proteção	4f. Características morfológicas dos vírus

Tabela 3. Principais informações equivocadas sobre a pandemia de Covid-19.

<b>Categoria emergente</b>	<b>Informação equivocada (<i>Misconception</i>)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Possível implicação da disseminação</b>	<b>Qual conceito/informação pode ser utilizado para esclarecer o equívoco.</b>
	Fazer gargarejo com água morna, sal e vinagre elimina o coronavírus	MONNERAT, 2020.	Aumento da taxa de infecção, queda na vacinação e possíveis mutações no vírus	4g. Características morfológicas dos vírus
	O uso prolongado de máscara contra o coronavírus leva a quadro de intoxicação e baixa oxigenação do organismo	NISHIOKA, 2020.	Diminuição das medidas profiláticas	4h. Mecanismos de oxigenação do corpo. Importância do uso de máscaras no combate ao coronavírus
	As máscaras de proteção podem levar à autocontaminação pelo coronavírus e vacinas contra a gripe podem causar a Covid-19	PENNAFORT, 2020.	Flexibilização inoportuna das medidas de proteção	4i. Fabricação e ação das vacinas. Métodos profiláticos
	Uma pesquisa recente indica que a hidroxicloroquina como o tratamento mais eficaz contra o coronavírus	DE NEGRI; MACHADO ; BRITO, 2020	Flexibilização inoportuna das medidas de proteção	4j. Fabricação e ação das vacinas. Aspectos bioquímicos dos vírus

Fonte: autoria própria, 2023.

Cabe dizer que a terceira coluna da tabela 3, descreve o autor responsável pelo artigo, site, revista ou publicação que colaborou para combater a informação equivocada descrita na segunda coluna da mesma tabela.

#### **4.1. Os conceitos equivocados encontrados podem ser entendidos como falas significativas**

Os temas geradores podem ser compreendidos como um conceito que é capaz de proporcionar uma investigação temática, através da qual são possíveis de serem encontradas situações significativas para os alunos e para a comunidade escolar (FREIRE, 1975 *apud* DELIZOICOV, 2008). Através da análise temática, é possível, então, encontrar falas significativas que nortearão os trabalhos pedagógicos (SILVA, 2004).

Os conceitos dispostos e setorizados em categorias emergentes na Tabela 4, podem ser considerados como conceitos análogos às falas significativas descritas por Silva (2004), uma vez que a investigação realizada neste trabalho não pode ser caracterizada como uma investigação temática. Destarte, as categorias emergentes propostas podem ser debatidas a partir de alguns conhecimentos atuais sobre elas. Para a primeira categoria denominada Demografia, podem ser utilizados conhecimentos sobre virologia, curvas de infecção facilmente encontradas em documentos oficiais de órgãos da área da saúde, além de se falar das taxas de contaminação em contraste com a distribuição de renda e cobertura vacinal, uma vez que as principais *misconceptions* dessa categoria podem ser relacionadas com a possibilidade de diminuição da preocupação com os impactos que a pandemia poderia gerar no sistema de saúde global, além do incentivo a movimentos anti vacinas.

Na segunda categoria, Genética, enquadram-se os conhecimentos que podem trazer à tona discussões sobre conceitos básicos de genética como as moléculas de DNA e RNA; sobre o processo de transmissão de genes; além de discussões secundárias sobre terapias gênicas e síndromes genéticas.

A terceira categoria, que foi denominada Origem, pode englobar os principais debates sobre mutação genética em vírus, e também dar luz à conversas sobre análise filogenética, visto que esta categoria é uma grande fonte de conceitos equivocados sobre a letalidade do vírus.

Por fim, a quarta categoria apresentada neste trabalho, designada de Prevenção e Controle, é a que mais gerou *misconceptions*. Esta categoria engloba conceitos equivocados

sobre medidas profiláticas cientificamente comprovadas como uso de máscaras, higiene das mãos, distanciamento social e também sobre a vacinação. Muito discutido recentemente, os conceitos equivocados sobre prevenção da Covid-19 podem ser encontrados em diversas situações. Com o acúmulo de informações provenientes do período pandêmico corrente, distinguir e identificar as notícias isentas de incoerência torna-se uma tarefa difícil. Alguns autores ainda descrevem que "nas grandes inundações, o primeiro recurso que fica escasso é a água potável" (ANTUNES et al, 2020). Ademais, as *fake news* também parecem ser fruto de uma perspectiva comum a todos, requisito este último que confirma e estimula a propagação da informação errônea (CASTRO, 2006). A partir do momento em que os conceitos equivocados se materializam sobre conhecimentos básicos de genética e evolução, tem-se um problema que se torna de preocupação pública, uma vez que isso pode prejudicar as ações de combate à doença (TREVORS; DUFFY, 2020). Para contrapor essas ideias, podem ser propostas conversas a despeito de formas de transmissão, períodos de incubação e características morfológicas do vírus.

#### **4.2. Sequência didática**

Os principais *misconceptions* encontrados sobre conhecimentos acerca da Covid-19 deram origem a uma seleção de temáticas que compõem uma sequência didática adequada aos alunos do último ano do ensino fundamental, com o objetivo de desmistificar essas ideias equivocadas e promover senso crítico pautado em evidências científicas.

Sendo o ano escolar que antecede o ensino médio, a disciplina de Ciências da natureza do 9º ano do ensino fundamental é incumbida de desenvolver importantes habilidades e apresentar conceitos essenciais que serão aprofundados no ensino médio no ensino de Biologia. Dentre estes está o conceito de evolução, pois como afirmou Theodosius Dobzhansky "Nada, na biologia, faz sentido exceto à luz da evolução" (DOBZHANSKY, 1973).

Para desenvolver estas habilidades são trabalhados conceitos que podem auxiliar na desconstrução de conceitos equivocados, *misconceptions* em inglês, sobre a Covid-19 e o seu causador o Sars-CoV-2. Para isso foi proposta uma sequência didática composta por 4 aulas de 50 minutos, como é apresentado na tabela 4, tendo como tema disparador uma concepção equivocada levantada no presente trabalho (Tabela 3), considerando que elas podem revelar visões de mundo compartilhadas na sociedade. Como exemplo, está detalhada uma

possibilidade de sequência didática sobre “vacina” no Apêndice A. As problematizações iniciais de cada aula devem ser baseadas em concepções equivocadas difundidas na sociedade, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Sequência didática proposta para superação dos conceitos equivocados sobre a Covid-19.

<b>Aula</b>	<b>Objetivo de ensino-aprendizagem</b>	<b>Conceitos a serem trabalhados durante a aula</b>
Aula 1: Conceitos básicos de genética	Problematização. Apresentar os conceitos básicos utilizados no estudo de genética	2a, 2b, 2c, 2d e 2e
Aula 2: Quem são os Vírus	Problematização. Relembrar as características morfológicas dos vírus, como são disseminados e tratados	4a, 4b, 4c, 4e, 4f, 4g, 1a, 1b, 1c, 1d
Aula 3: Especiação	Problematização. Definir o conceito de especiação com foco nos processos de mutação e surgimento de variantes virais	3a, 3b, 3c, 3d, 3e
Aula 4: Vacina: Fato e fake	Problematização. Relembrar o conceito de vacina, como funciona e desmistificar os principais equívocos sobre sua aplicação	4d, 4h, 4i, 4j

Fonte: elaboração própria, 2023.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que, conjuntamente com a pandemia da Covid-19, a incerteza e o acúmulo de informações trouxeram grandes debates e grandes polêmicas à tona, especialmente no que diz respeito ao comportamento do vírus e de sua capacidade de mutação e virulência. Dadas as inúmeras fontes de informação disponíveis, encontrar fontes confiáveis e que tragam consigo conteúdos livres de mau intencionalismo é o grande desafio apresentado ao mundo. Sendo assim, é possível dizer que, atualmente, a desinformação tornou-se uma calamidade tão preocupante quanto as crises sanitárias. Com isso, faz-se preciso encontrar métodos seguros de análise da situação para que as informações propagadas sejam as mais assertivas possíveis dentro de um cenário ainda desconhecido. Entende-se, também, que a busca por estes métodos se constitui num grande desafio à sociedade, visto que o excesso de informações oferecido pelo mundo globalizado garante que haja um amplo acesso a conjuntos de divulgações que nem sempre traduzem, com fidelidade científica, as características, modelos, formas e funcionamento da biologia geral e de diversos outros assuntos. O ceticismo da população ao minimizar os efeitos conhecidos da doença causada pelo novo coronavírus e o questionamento indevido de dados demográficos que informam sobre as curvas de morte e contaminação podem caracterizar indícios que descrevem movimentos negacionistas. Além disso, a falta de conhecimentos básicos sobre os princípios demográficos e da biologia viral podem contribuir para estas perspectivas equivocadas.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, foi possível idealizar a construção do conhecimento de forma conjunta com os alunos como meio de superação das perspectivas de senso comum e que muitas vezes podem vir carregadas de *misconceptions*. O contato com o tema numa sequência didática adequada, pode ajudar os alunos a construir maiores conhecimentos sobre o assunto, de forma a auxiliá-los em suas vidas fora da escola, contribuindo para o combate à desinformação, à propagação de *fake news* e ao desserviço causado pelo negacionismo neste sentido.

Com materiais e métodos relativamente simples e de ampla aplicação, é importante ressaltar que as aulas apresentadas também podem, e devem, ser adaptadas às realidades físicas e culturais das diversas escolas sem perder, contudo, a essência de transformação e de descoberta. Ao propor-se aulas com participação efetiva dos alunos, colocando-os no centro do processo de aprendizagem, como protagonistas da busca pelo conhecimento, é trazida a

humanização ao ensino, o que assegura maiores chances de efetividade no combate às ideias equivocadas, principal intencionalidade deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. Volume único. 5ª Ed. São Paulo. Editora Moderna. 2017. páginas 708-735.

AMORIM, Camila; VASCONCELLOS, Fernanda. Como outros países lidam com a pandemia?. **Agência Experimental de Notícias** - UFSM. 2021. Disponível em <<https://www.ufsm.br/midias/experimental/agencia-da-hora/2021/04/30/como-outros-paises-lidam-com-a-pandemia-e-qual-a-situacao-do-brasil-no-contexto-internacional/>>. Acesso em 18 de Janeiro de 2021.

ANTUNES, Michele Nacif et al. Desinformação e fake news: health literacy no enfrentamento da pandemia da COVID-19. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 22, n. 3, p. 4-7, 2020.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa esclarece: vacinas contra Covid-19 não são produtos de terapia gênica. **Ministério da Saúde**. 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/anvisa-esclarece-vacinas-contra-covid-19-nao-sao-produtos-de-terapia-genica>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

BAHAR, Mehmet. Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. **Educational Sciences: Theory & Practice**, v. 3, n. 1, p. 55-64, 2003.

BARTELMÉBS, Roberta Chiesa. Analisando os dados na pesquisa qualitativa. 2013.

BERTUCCI, Liane Maria. Gripe A, uma nova " espanhola"?. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 55, n. 3, p. 230-231, 2009.

BITARELLO, Bárbara Domingues. **Seleção natural em genes HLA: uma investigação da localização molecular e temporal dos eventos de seleção**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BRANDT, Débora Yoshihara Caldeira. Diferenciação populacional em genes sob forte seleção balanceadora: um estudo de caso com genes HLA. 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia (Genética)) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BRASIL. O que é a covid-19. **Ministério da Saúde**. 08 de Abril de 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus>>. Acesso em 16 de abril de 2022.

BRASIL. Painel Coronavírus. **Secretarias Estaduais de Saúde**. 2023. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Informe Semanal nº 37 de Evidências sobre Variantes de Atenção de SARS-CoV-2**. Brasília. 2021. 112 p.

BUENO, André; BIRRO, Renan; BOY, Renato. **Ensino de história medieval e história pública**. Rio de Janeiro: Sobre Ontens/UERJ, 2020. *E-book* (199p.) ISBN: 978-65-00-02127-

BUTANTAN. Instituto. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/a-velocidade-com-que-foi-criada-a-vacina-da-covid-19-e-motivo-de-preocupacao-especialista-do-butantan-responde>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

BUTANTAN. Instituto. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/noticias/entenda-como-acontecem-as-mutacoes-que-dao-origem-a-novas-variantes-do-coronavirus>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

BUTANTAN. Instituto. **Tira dúvida**. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-fato-fake>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

CASTRO, Regina C. Figueiredo. Impacto da Internet no fluxo da comunicação científica em saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 57-63, 2006.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. SARS-CoV-2 Variant Classifications and Definitions. **Variants surveillance**. 26 de Abril de 2022. Disponível em: <[https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-classifications.html#anchor\\_1632154493691](https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-classifications.html#anchor_1632154493691)>. Acesso em 28 de maio de 2022.

CEARÁ, Escola de Saúde Pública do. Por que as vacinas contra covid-19 ficaram prontas tão rápido?. Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://coronavirus.ceara.gov.br/por-que-as-vacinas-contracovid-19-ficaram-prontas-tao-rapido/>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

COALA, Fábio. Mendel e as origens da genética. **Conexão Escola**. Secretaria Municipal de Ensino. Goiânia, 2020. Disponível em: <<https://sme.goiania.go.gov.br/conexaoescola/eaja/educacao-fisica-mendel-e-as-origens-da-genetica/>>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2023.

COHEN, Jon. Do three new studies add up to proof of COVID-19's origin in a Wuhan animal market?. **Science Online Journal**. Vol 375, Issue 6584. Março de 2022. Disponível em: <https://www.science.org/content/article/do-three-new-studies-add-proof-covid-19-s-origin-wuhan-animal-market>. Acesso em: 16 de Abril de 2022.

CORRÊA, Heleno Rodrigues; RIBEIRO, Alane Andreino. Vacinas contra a Covid-19: a doença e as vacinas como armas na opressão colonial. **Saúde em Debate [online]**. v. 45, n. 128 pp. 5-18. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-1104202112800>>. Acesso em 16 Novembro 2021.

COSTA, Andreia. Máscaras podem provocar danos neurológicos irreversíveis?. **Observador**. 02 de novembro de 2020. Fact check. Disponível em: <<https://observador.pt/factchecks/fact-check-mascaras-podem-provocar-danos-neurologicos-irreversiveis/>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

CUNHA, Laura Colete; TALAMONE, Rosemeire. Fake News Não Pod #20: As variantes do novo coronavírus não são produtos da vacinação. **Jornal da USP**. São Paulo, 2022. Podcast. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/podcast/fake-news-nao-pod20-as-variantes-do-novo-coronavirus-surgir-am-antes-do-inicio-da-vacinacao/>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

CUNHA, Laura Colete. Fake News Não Pod #02: Pistas evolutivas indicam que o novo coronavírus não foi criado em laboratório. **Jornal da USP**. São Paulo, 2022. Podcast. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/podcast/fake-news-nao-pod-2-pistas-evolutivas-indicam-que-o-novo-coronavirus-nao-foi-criado-em-laboratorio/>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

DELIZOICOV, Demétrio. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

DE REZENDE, Joffre Marcondes. Epidemia, endemia, pandemia, epidemiologia. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**, v. 27, n. 1, 1998.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The american biology teacher**, v. 75, n. 2, p. 87-91, 1973.

DOMINGOS, Roney. É #FAKE mensagem que diz que vacinas mantidas a -80°C são agentes para infectar células e transferir material genético. **G1**. São Paulo, 2021. Fato ou Fake. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/coronavirus/noticia/2021/02/24/e-fake-mensagem-que-diz-que-vacinas-mantidas-a-80c-sao-agentes-para-infectar-celulas-e-transferir-material-genetic-o.ghtml>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

DOMINGOS, Roney. É #FAKE que variantes do vírus causador da Covid-19 são criadas aleatoriamente por governos. **G1**. São Paulo, 2021. Fato ou Fake. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/coronavirus/noticia/2021/06/11/e-fake-que-variantes-do-virus-causador-da-covid-19-sao-criadas-aleatoriamente-por-governos.ghtml>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

DUARTE, Ana. **Entenda como funciona a produção de uma vacina em 5 passos**. Blog PUCRS. 2021. Disponível em: <https://www.pucrs.br/blog/entenda-como-funciona-a-producao-de-uma-vacina-em-5-passos/#:~:text=As%20vacinas%20s%C3%A3o%20a%20forma,%C3%A0%20grande%20efic%C3%A1cia%20do%20m%C3%A9todo>. Acesso em 24 de Abril de 2022.

DUARTE, Rafael. Toxicidade da proteína Spike de SARS-CoV-2?. **PebMed**. 11 de Março de 2022. Infectologia. Disponível em: <<https://pebmed.com.br/toxicidade-da-proteina-spike-de-sars-cov-2/>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

FILHO, Claudio Bertolli. **A memória da gripe suína**: a contribuição da mídia impressa. Vol. VII, p. 113, 2015.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. Tem alguma temperatura em que o novo coronavírus não resista?. **Covid-19 - perguntas e respostas**. Disponível em:

<<https://portal.fiocruz.br/pergunta/tem-alguma-temperatura-em-que-o-novo-coronavirus-nao-resista>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

FREIRE, Neyson Pinheiro *et al.* A infodemia transcende a pandemia. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**. v. 26, n. 09 [Acessado 24 Novembro 2021] , pp. 4065-4068.

GALIZA NETO, Gentil Claudino de; PITOMBEIRA, Maria da Silva. Aspectos moleculares da anemia falciforme. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 39, p. 51-56, 2003.

GIAIMO, Cara. The Spiky Blob Seen Around the World. **The New York Times**. Health Section. New York, 2020. Disponível em <https://www.nytimes.com/2020/04/01/health/coronavirus-illustration-cdc.html>. Acesso em 26 de Janeiro de 2023.

GUIMARÃES, Hellen. É #FAKE que Tasuku Honjo, Nobel de Medicina em 2018, disse que coronavírus foi criado por cientistas. **G1**. São Paulo, 2020. Fato ou Fake. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/coronavirus/noticia/2020/04/29/e-fake-que-tasuku-honjo-nobel-de-medicina-em-2018-disse-que-coronavirus-foi-criado-por-cientistas.ghtml>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

HAINDL, Ana Luisa. La peste negra. **Arqueología, historia y viajes sobre el mundo medieval**, v. 35, p. 56-69, 2010.

HE, Xuemei et al. SARS-CoV-2 Omicron variant: characteristics and prevention. **MedComm**, 2021;2 p. 838-845.

HOBBS, Jason; SEABRA, Renata.; HUDSON, Anne. Parem de culpar as cidades densas pela Covid-19. **El país**. 2020. Disponível em [https://brasil.elpais.com/brasil/2020-09-08/parem-de-culpar-as-cidades-densas-pela-covid-19.html?event=fa&event\\_log=fa&prod=REGCRART&o=cerradoam](https://brasil.elpais.com/brasil/2020-09-08/parem-de-culpar-as-cidades-densas-pela-covid-19.html?event=fa&event_log=fa&prod=REGCRART&o=cerradoam). Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

LANDIM, Raquel. Butantan e Fiocruz vão entregar metade das doses previstas pelo governo este mês. **CNN Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/butantan-e-fiocruz-va-entregar-metade-das-doses-previstas-pelo-governo-este-mes>. Acesso em: 28 de outubro de 2021.

LARA, Mahila. Ministério da Saúde, Brasil. Entenda as diferenças entre RT-PCR, antígeno e autoteste. **Testes COVID-19**. 18 de fevereiro de 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/fevereiro/entenda-as-diferencas-entre-rt-pcr-antigeno-e-autoteste>>. Acesso em 28 de junho de 2022.

LEITE, Raquel Crosara Maia; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, 2001.

LORENZETTI, Caroline Schneider e VERDUM, Kelvin. Top 5 fakenews mais absurdas sobre a vacina. **Agência Experimental de Notícias da UFSM**. 11 de Novembro de 2021. Disponível em:

<https://www.ufsm.br/midias/experimental/agencia-da-hora/2021/11/11/top-5-fake-news-mais-absurdas-sobre-a-vacina>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

MACDONALD, Alastair A. The babirusa (*Babyrousa babyrussa*). **Pigs, Peccaries and Hippos Status Survey and Action Plan**. Chapter 5.8. 1993. Disponível em <https://era.ed.ac.uk/handle/1842/1029>. Acesso em 20 de Agosto de 2022.

MACHADO, Bruno. A árvore da vida dos cachorros. **Mundo estranho**. Revista super interessante. 03 de Fevereiro de 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/a-arvore-da-vida-dos-cachorros/>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2023.

MACHADO, Rafael. Álcool gel ajuda a prevenir o novo coronavírus?. **Portal Dráuzio Varella**. 2021, UOL, Covid-19. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/coronavirus/alcool-gel-ajuda-a-prevenir-o-novo-coronavirus/>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

MAIA, Raul; MAIA, Francisco. **Programa Auxiliar de Pesquisa Estudantil - PAPE - volume VII - 1980**. Editora DCL - pág 1063.

MANDWAR, Shipra *et al.* Misconceptions and myths about COVID-19. **International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences**, p. 1319-1322, 2020.

MASSARANI, Luisa *et al.* Infodemia, desinformação e vacinas: a circulação de conteúdos em redes sociais antes e depois da COVID-19. 2021. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/5689/5286>. Acesso em 04 de Janeiro de 2023.

MASSUDA, Adriano *et al.* Pontos-chave para a gestão do SUS na resposta à pandemia COVID-19. **São Paulo**, 2020.

MATIOLI, Sérgio Russo; FERNANDES, Flora Maria de Campos. Biologia molecular e evolução. In: **Biologia molecular e evolução**. 2012. p. 250-250.

MONNERAT, Alessandra. É falso que gargarejo com água morna e vinagre elimine novo coronavírus. **Estadão**. São Paulo, 18 de Março de 2020. Estadão Verifica. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/estadao-verifica/e-falso-que-gargarejo-com-agua-morna-elimina-novo-coronavirus/>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

MONTEIRO, Danielle. Conheça 6 'fake news' sobre as vacinas contra a Covid-19. **Informe da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca**. 22 de abril de 2021. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/51261>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

NEGRI, Fernanda De; MACHADO, Weverthon; BRITO, Ricardo de. Quais são as pesquisas em andamento para prevenção e tratamento da Covid-19? **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. 28 de maio de 2020. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/198-quais-sao-as-pesquisas-em-andamento-para-prevencao-e-tratamento-da-covid-20>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

NISHIOKA, Sérgio de Andrade. O uso de máscara diminui os níveis de oxigênio e aumenta os de gás carbônico no sangue?. **Portal UNA-SUS**. 13 de Novembro de 2020. Disponível em: <<https://www.unasus.gov.br/especial/covid19/markdown/330>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

NOVA ESCOLA. Sobre os Planos de Aula. 15 de maio de 2021. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/20344/sobre-os-planos-de-aula#:~:text=Conhe%C3%A7a%20mais%20sobre%20os%20Planos,Infantil%20e%20do%20Ensino%20Fundamental.>>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2023.

ODA, Victória S. A.; CARMO, Alípio de Oliveira. Aspectos genéticos da anemia falciforme. **Revista Acadêmica [online]**. Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz. 2020.

OLIVEIRA, H. Maia d'. **Dicionário Brasileiro Ilustrado**. Volume III. Editora Edigraf. Terceira Edição. 1971.

OLIVEIRA, Janaina Lima de; SOBRINHO-JÚNIOR, Iderval S. Deriva genética. **Genética na Escola**, Vol. 13, nº 2, 2018.

OLIVEIRA, Ricardo Cunha et al. “Você viu o corpo?”-A saúde pública no Brasil em uma perspectiva crítica e interpretativa comparada, da gripe espanhola à pandemia da Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e13811326138-e13811326138, 2022.

OPAS, Organización Panamericana de la Salud. Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19. **Kit de ferramentas de transformação digital**. Ferramentas de conhecimento. 2021. Disponível em: <[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic\\_por.pdf?sequence=16](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic_por.pdf?sequence=16)>. Acesso em 04 de Janeiro de 2023.

PAIVA, Jessica C. S.; ALVES, Hugo J. Como nomear uma mutação: Nomenclatura de mutações de ponto. **Liga acadêmica de genética médica**. Universidade Federal do Maranhão. 04 de Abril de 2021. Disponível em: <<https://www.lagemufma.com/post/como-nomear-uma-muta%C3%A7%C3%A3o-nomenclatura-de-muta%C3%A7%C3%B5es-de-ponto>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

PENNAFORT, Roberta. É #FAKE que máscaras de proteção podem levar à autocontaminação pelo coronavírus e que vacinas contra a gripe podem causar a Covid-19. **G1**. 13 de Maio de 2020. Fato ou fake. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/coronavirus/noticia/2020/05/13/e-fake-que-mascaras-de-protecao-podem-levar-a-autocontaminacao-pelo-coronavirus-e-que-vacinas-contra-a-gripe-podem-causar-a-covid-19.ghtml>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

PENNAFORT, Roberta. Fato ou fake. **G1**. 2020. Disponível em <https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/03/25/e-fake-que-inicio-do-surto-de-h1n1-no-brasil-em-2009-matou-mais-que-o-do-novo-coronavirus.ghtml>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

PENNAFORT, Roberta. Fato ou fake. **G1**. 2020. Disponível em <https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/07/23/e-fake-que-brasil-teve-mais-registros-d>

e-mortes-no-primeiro-semester-de-2019-do-que-no-mesmo-periodo-de-2020.ghtml. Acesso em 04 de fevereiro de 2023

PIMENTEL, Alessandra. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. *Cadernos de pesquisa*, p. 179-195, 2001.

PINHEIRO, Victor. Discurso de prêmio Nobel engana ao afirmar que vacinas 'criam variantes' e agravam pandemia. **Estadão**. São Paulo, 25 de Maio de 2021. Estadão Verifica. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/estadao-verifica/discurso-de-premio-nobel-engana-ao-afirmar-que-vacinas-criam-variantes-e-agravam-pandemia/>>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

PRESSE, France. Presidente bielorrusso, que indicou vodca contra Covid-19, diz ter contraído a doença. **O Globo**. 2020. Disponível em <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/07/28/presidente-bielorrusso-que-indicou-vodca-contra-covid-19-diz-ter-contraido-a-doenca.ghtml>. Acesso em 26 de Janeiro de 2023.

PULLIAM, Juliet RC et al. Increased risk of SARS-CoV-2 reinfection associated with emergence of Omicron in South Africa. **Science**, p. eabn4947, 2022.

QUEIROZ, Gustavo. É falso que vacinas contra Covid-19 podem criar seres humanos geneticamente modificados. **Agência Lupa**. 2020. Disponível em <<https://lupa.uol.com.br/jornalismo/2020/07/22/verificamos-vacinas-covid-altera-dna>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. Artmed Editora, 2009.

ROSEN, George. **Uma história da saúde pública: saúde e comunidades no mundo greco-romano**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 1994.

SALMAN, Ana Karina Dias. *Conceitos básicos de genética de populações*. 2007.

SANTIN, Janaína Rigo; NASCIMENTO, Anna Gabert. ACESSO GLOBAL À IMUNIZAÇÃO PREVENTIVA DA COVID-19, SAÚDE E AMBIENTE: DILEMAS DE UM “NOVO NORMAL”. **Constituição, Economia e Desenvolvimento: Revista Eletrônica da Academia Brasileira de Direito Constitucional**, v. 13, n. 25, p. 312-332, 2021. Disponível em: <<http://www.abdconstojs.com.br/index.php/revista/article/view/338>>. Acesso em 24 de Abril de 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, AMP de. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 2013.

SAVASSI, Leonardo Cançado Monteiro et al. Ensaio acerca das curvas de sobrecarga da COVID-19 sobre a atenção primária. **JMPHC| Journal of Management & Primary Health Care| ISSN 2179-6750**, v. 12, p. 1-13, 2020.

SENE, Fábio de Melo. *Cada caso, um caso. Puro Acaso*. Editora SBG, 2009.

SILVA, Antonio Fernando Gouvêa da *et al.* *A construção do currículo na perspectiva popular crítica das falas significativas às práticas contextualizadas*. 2004.

SILVA, R. F da.; PIGNATA, M.IB. Charles Darwin e a teoria da evolução.2014. Disponível em <<https://www.cepae.ufg.br/up/80/o/TCEM2014-Biologia-RicardoFernandesSilva.pdf>> Acesso em 28 de outubro de 2022.

SILVA, Wagner Zaki Ribeiro da. Aspectos gerais da covid-19 e suas consequências. **Universidade Federal de São Paulo**. Diadema, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61555/tcc%20covid%2019%20-%20%20vers%c3%a3o%20repositoriofinalcomacorre%c3%a7%c3%b5esdaprofsolange%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 16 de abril de 2022.

TREVORS, Greg; DUFFY, Melissa C. Correcting COVID-19 misconceptions requires caution. **Educational Researcher**, v. 49, n. 7, p. 538-542, 2020.

VITAL, Strategies. Onze falácias epidemiológicas na COVID-19. **Insights**. 2021. Disponível em: <<https://www.vitalstrategies.org/wp-content/uploads/Vital-Strateiges-Onze-Falacias-Epidemiolo%CC%81gicas-sobre-a-COVID-19.pdf>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.

WHO, 2023. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. Disponível em: <<https://covid19.who.int/>>. Acesso em 04 de Janeiro de 2023.

WHO. About WHO. **World Health Organization**. 2022. Disponível em: <<https://www.who.int/about>>. Acesso em 16 de Abril de 2022.

WHO, World Health Organization. **Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>, Acesso em: 16 de Abril de 2022.

WOROBAY, Michael et al. **The Huanan market was the epicenter of SARS-CoV-2 emergence**. 2022. Preprint disponível em: <https://zenodo.org/record/6299116#.YlsqI-jMLre>, Acesso em: 16 de Abril de 2022.

## APÊNDICE A

### PROPOSTA DE AULA: Vacina - Fato e fake

#### ETAPA 1 - Contextualização (20 minutos)

O professor deverá apresentar uma ou mais concepções equivocadas presentes na categoria “Prevenção / Controle”, da Tabela 4, por exemplo:

“- Álcool em gel não é eficaz na prevenção contra o coronavírus.”

“- Não é necessário usar máscaras como forma de prevenção.”

“- Vacinas não são seguras, causam problemas de saúde.”

Após essa demonstração, o professor conduzirá os alunos para debates em grupos a respeito do tema e pedirá para que registrem a opinião do grupo por escrito. Num segundo momento, os alunos serão convidados a compartilhar as ideias do grupo e será feita uma problematização sobre as falas inicialmente apresentadas. A problematização pode ser ilustrada com a Figura 9.



**#FATO Vacina do SARS-CoV-2 foi produzida rapidamente porque já havia um imunizante contra o vírus SARS-CoV em estudo.** Há cerca de dez anos, a China enfrentou o surto de um vírus da família dos coronavírus, o SARS-CoV. Como esse vírus não era tão infeccioso, o surto não se espalhou e foi controlado com medidas de segurança. Mas antes do surto acabar, cientistas chineses começaram a desenvolver uma vacina contra o SARS-CoV. O estudo foi interrompido quando a doença foi controlada, pois o imunizante já não era mais necessário. Quando o SARS-CoV-2 começou a se propagar em dezembro de 2019, os pesquisadores retomaram as antigas pesquisas do ponto onde pararam, já que os vírus eram da mesma família, e não precisaram começar do zero. Esse é um dos motivos porque a CoronaVac, produzida pelo Butantan e pela farmacêutica chinesa Sinovac, foi desenvolvida em tempo recorde.

**Figura 7.** Informação retirada da seção Fato ou Fake do Instituto Butantan. Fonte: Instituto Butantan, 2021.

ETAPA 2 - Pergunta disparadora (10 minutos) - O professor deverá direcionar os alunos novamente a um pequeno debate coletivo no qual pode ser lançada a seguinte pergunta disparadora: “O que é uma vacina?”. A partir desta pergunta, ao longo da aula, é esperado que surjam novos questionamentos que poderão ser oportunamente discutidos, por exemplo: “Como a vacina protege contra as doenças?”; “A vacina funciona contra todo tipo de doença?”; “Posso ficar doente depois de tomar a vacina?”; “Além das vacinas, que outros métodos podemos utilizar para evitar doenças virais?”; “Vocês sabiam que alguns institutos de pesquisa criaram plataformas para verificar informações?”; “O que é *fake news*?”. Como este é um tema alvo de muitas *misconceptions* é possível que esta aula precise ser segmentada

em duas, ficando a critério do professor fazê-lo. Contudo, é importante que haja uma dedicação maior a propor essas reflexões.

ETAPA 3 - Avaliação (15 minutos) - O professor pode começar o período de avaliação da construção do conhecimento com a elaboração de um mapa mental, uma chuva de ideias ou uma rubrica avaliativa. Esse é o momento de verificar se os alunos “apreenderam” o conhecimento. Dessa forma, será verificado se os alunos conseguem distinguir o motivo pelos quais as vacinas de coronavírus ficaram prontas tão rapidamente, bem como compreender os métodos de contenção e diminuição das curvas de contaminação.