



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**Transformações no currículo de Biologia em meio a pandemia da COVID-19:
ensinando sobre ciência, saúde e o futuro da humanidade**

REJANE BIANCHINI GRECO ALVES

RIO DE JANEIRO

2022

REJANE BIANCHINI GRECO ALVES

**Transformações no currículo de Biologia em meio a pandemia da COVID-19:
ensinando sobre ciência, saúde e o futuro da humanidade**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas UFRJ, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. Marcia Serra Ferreira

RIO DE JANEIRO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

B577t Bianchini Greco Alves, Rejane
 Transformações no currículo de Biologia em meio a
 pandemia da COVID-19: ensinando sobre ciência,
 saúde e o futuro da humanidade / Rejane Bianchini
 Greco Alves. -- Rio de Janeiro, 2022.
 85 f.

 Orientadora: Marcia Serra Ferreira.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
 Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
 Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional,
 2022.

 1. Pandemias . 2. História da Ciência. 3.
 Currículo. 4. Ensino de biologia Ensino Médio. I.
 Serra Ferreira, Marcia, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

REJANE BIANCHINI GRECO ALVES

**Transformações no currículo de Biologia em meio a pandemia da COVID-19:
ensinando sobre ciência, saúde e o futuro da humanidade**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: **11 de agosto de 2022**,
Por:

Assinatura presidente: 
Nome do(a) orientador(a): Marcia Serra Ferreira

Assinatura: _____
Nome completo: Regina Rodrigues Lisbôa Mendes
Título: Doutorado em Educação
Instituição à qual é vinculado(a): FFP/UERJ

Assinatura: _____
Nome completo: Juliana Marsico Correia da Silva
Título: Doutorado em Educação
Instituição à qual é vinculado(a): UFRJ

**Rio de Janeiro
Agosto de 2022**

AGRADECIMENTOS

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

Um profundo agradecimento aos colegas da turma 2020 pelo apoio, em especial a nossa querida Representante de turma Luciana Maria Pinheiro Vieira, sempre disponível e solidária. Também agradeço o apoio das amigas do grupo de estudo que seguiram comigo nos trabalhos, aprendi muito com elas durante todo o curso: Erica Farias Laranjeira, Sabrina Fonseca Paschoal e Cristiane Nunes Cordeiro.

Agradeço todo o apoio que tive da minha família, meu marido Walter Firmo Alves Junior e a minha filha Giulia Bianchini Firmo Alves, pois o ano de 2020 e 2021 foram cheios de desafios e a finalização desse trabalho só foi possível devido ao apoio deles.

A minha querida orientadora, Marcia Serra Ferreira, que sempre me acolheu e me orientou da melhor maneira possível, com muito carinho e sabedoria.

Reconhecimento a todos os profissionais de saúde e pesquisadores que se dedicaram no ano de 2020 e 2021 ao combate à COVID-19.

Relato do Mestrando - Turma 2020

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Mestrando: Rejane Bianchini Greco Alves
Título do TCM: Transformações no Currículo de Biologia em meio a Pandemia da Covid-19. Ensinando sobre Ciência, Saúde e o futuro da Humanidade.
Data da defesa: de agosto de 2022
<p>A intenção ao ingressar no Mestrado foi o de desenvolvimento profissional e a atualização de conhecimentos na área do ensino de Biologia, mas, logo no início de 2020, após duas aulas presenciais, percebi com o início da Pandemia que o mestrado seria um momento muito maior do que uma atualização; ele seria, na verdade, uma completa transformação, ou seja, uma mudança na forma de encarar o trabalho como educador. O aprendizado incluiu todas as formas remotas de desenvolvimento dos trabalhos em grupo, a compreensão e o desenvolvimento das atividades do ensino investigativo e a renovação dos temas que abrangem a Biologia. Muitos aspectos foram superados como: se contentar com o relacionamento à distância entre professores, alunos e orientação; a submissão na realização de vídeos em provas remotas, que geraram crises de ansiedade; a conciliação das atividades assíncronas e síncronas e o trabalho em duas escolas, uma com carga horária de 40h na Prefeitura do Rio de Janeiro e outra com carga horária de 16h no Estado do Rio de Janeiro.</p> <p>Todo esse contexto me estimulou a desenvolver o Tema do TCM no âmbito da temática mais ampla da Saúde e das Ações Educativas para a Promoção em Saúde, algo que sempre foi alvo de um grande interesse durante o curso. Nele, fui desafiada a desenvolver estratégias de ensino investigativas para a prática em sala de aula com as turmas do ensino médio. A partir dessas novas estratégias percebi um envolvimento maior dos estudantes e um maior rendimento nas avaliações. Seguindo na prática, com a inclusão de fatos históricos e sociais no estudo de doenças, foi impressionante perceber o “brilho no olhar” dos estudantes ao compreenderem todos os ângulos envolvidos na disseminação de microrganismos e suas consequências nas endemias e pandemias. Por isso defender um pouco mais a História da ciência nos currículos de Biologia passou a ser uma meta.</p> <p>Não tenho dúvidas, portanto, que o Mestrado ampliou a minha visão acerca da importância da Biologia para a formação dos estudantes do Ensino Médio. Nesse contexto, o aprofundamento conceitual e técnico oferecido pelo curso de Mestrado Profissional me ajudou a encontrar soluções criativas para a superação de desafios dentro e fora de sala de aula.</p>

RESUMO

O estudo investigou, historicamente, como a ciência e a escola vem produzindo e disseminando conhecimentos para enfrentar as doenças que se espalharam pelo mundo a partir do século XX. Tomando como referência inicial a Gripe ‘Espanhola’, que emerge em 1918, e a COVID-19 em 2020, a ideia foi levantar os esforços científicos e sociais que vieram sendo produzidos até os dias de hoje. Interessou-nos, em especial, produzir um material didático voltado para o ensino dessa temática nas aulas da disciplina escolar Biologia. No diálogo com o campo do Currículo, problematizamos o ensino das doenças que vieram acometendo os seres humanos em meio a uma seleção de conhecimentos que, historicamente, informam os currículos desse ensino. Para realizar essa tarefa, foi levantada informação científica confiável sobre o tema e sobre o uso da História da Ciência no ensino da disciplina escolar Biologia. Elaborou-se, então, um e-book composto por quatro Estudos Dirigidos voltados para a disciplina escolar Biologia. Com uma abordagem didática informada pela História da Ciência, a intenção é que este material didático, contextualizado e interdisciplinar, possa ser amplamente utilizado e divulgado.

Palavras-chave: Currículo; História da Ciência; Gripe ‘Espanhola’; COVID-19; Pandemia.

ABSTRACT

The study investigated, historically, how science and schools have been producing and disseminating knowledge to face the diseases that have spread around the world since the 20th century. Taking as an initial reference the 'Spanish' Flu, which emerged in 1918, and COVID-19 in 2020, the idea was to survey the scientific and social efforts that have been produced until the present day. We were particularly interested in producing didactic material aimed at teaching this theme in the biology classes. In the dialogue with the Curriculum field, we problematize the teaching of diseases that have been affecting human beings amidst a selection of knowledge that, historically, inform the curricula of this teaching. To accomplish this task, reliable scientific information was collected on the subject and on the use of the History of Science in the Biology teaching. An e-book composed of four Directed Studies focused on the biology as a school subject was then elaborated. With a didactic approach informed by the History of Science, the intention is that this didactic material, contextualized and interdisciplinary, can be widely used and disseminated.

Keywords: Curriculum; History of Science; 'Spanish' flu; COVID-19; Pandemic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Morte, Bruno Latour.

Figura 2 - Foto de detalhe do Carro dos Democráticos.

Figura 3 -Estrutura do Vírus Influenza.

Figura 4 - Exemplo Nomenclatura dos isolados do Vírus Influenza.

Figura 5- Estrutura viral SARS-Cov 2

Figura 6 - Etapas de infecção viral pelo SARS-Cov2.

Figura 7 – Edward Jenner-inoculação contra a Varíola o seu 1ºpaciente,14 de maio de 1796.

Figura 8 – Obra de Edward Jenner,1798.

Figura 9 – Fotografia de uma agulha bifurcada ampliada.

Figura 10 – Injetor à jato- pistola de vacinação.

Figura 11 - Comboio Militar com corpos de vítimas do Coronavírus em Bérgamo, na madrugada. de 18 de março de 2020.

Figura 12 - Uso de máscara obrigatório em ambientes abertos e fechados.

Figura 13 - Índice de mortes por Covid-19 no Brasil.

Figura 14 - Intensivista Mônica Calazans, primeira brasileira vacinada no Brasil (17 jan.2021).

Figura 15 - Índice de casos por Covid-19 no Brasil.

Figura 16 - Fases e subfases do Ciclo Investigativo.

LISTA DE SIGLAS

ANSA	Agência Italiana de Notícias
EUA	Estados Unidos da América
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COVID-19	Doença causada pelo Coronavírus no ano de 2019
DPOC	Doença Pulmonar
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCNEM	Parâmetros Curriculares nacionais para o Ensino Médio
PNI	Programa Nacional de Imunização
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
URL	Unified Resource Locator (Unidade de localização de recursos)
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
SRAG	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SARS-CoV-2	sigla do inglês que significa coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave
TIDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. Apresentando o estudo	12
2. Objetivos	16
2.1. Objetivos Gerais	16
2.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO I	18
Da gripe ‘Espanhola’ a Covid-19: elementos para pensar o ensino de Biologia	
I.1 Sobre a Gripe ‘Espanhola’ (Influenza)	19
I.2 Sobre a Covid-19.....	30
I.2.1 Fisiopatologia da Covid-19	33
I.3 Sobre as vacinas	36
I.3.1 A emergência do nome vacina.....	36
I.3.2 Estratégias de Vacinação	40
I.3.3 Como as vacinas agem no nosso organismo	41
I.3.4 Vacinas contra Covid-19: Transformações de Paradigmas	43
CAPÍTULO II.....	46
Covid19: Elementos da História para incluir no ensino da doença	46
II.1 Fatores históricos e sociais determinantes na evolução da Pandemia	46
II.2 Em defesa da História da Ciência nos currículos escolares	54

CAPÍTULO III.....	58
III.1 Metodologia.....	58
III.2 Sobre os resultados do estudo.....	62
III.2.1 Levantamento das produções científicas sobre as Principais Pandemias.....	62
III.2.2 Levantamento das produções sobre a História da ciência no Ensino de ciências e, em especial, na disciplina escolar Biologia.....	66
III.3 Caracterização do produto.....	66
III.4 Notas sobre o Ensino investigativo e os Estudos dirigidos.....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	75
ANEXO I	83
Parecer do CEP.....	81
APÊNDICE	87
Ebook – Transformações no Currículo de Biologia em meio a Pandemia da Covid-19. Ensinando sobre Ciência, Saúde e o futuro da Humanidade.	

INTRODUÇÃO

1. Apresentando o estudo

O estudo tem como objetivo abordar, em perspectiva histórica, como a ciência vem produzindo e disseminando conhecimentos para enfrentar as doenças que se espalharam pelo mundo a partir do século XX, com efeitos no modo como a escola distribui tais conhecimentos socialmente. Com tal reflexão, a intenção foi produzir um material didático especificamente voltado para o ensino dessa temática nas aulas da disciplina escolar Biologia. Afinal, no diálogo com curriculistas como Tomaz Tadeu da Silva (2010, p. 15), é assumido que “o currículo é sempre o resultado de uma seleção: de um universo mais amplo de conhecimentos e saberes seleciona-se aquela parte que vai constituir, precisamente, o currículo”. Em meio a tal seleção, as teorias curriculares podem auxiliar na compreensão de como tais processos vieram nos informando sobre alguns conhecimentos e não sobre outros, em movimentos que acompanham as lutas sociais mais amplas em um país tão desigual e excludente como o Brasil. Nesse contexto, para autoras como Myriam Krasilchik (2008), o ensino de Biologia deveria desenvolver currículos voltados para a aplicação dos conhecimentos e habilidades adquiridos no ambiente escolar, relacionando-os com os de outras áreas, com vistas a resolver problemas e analisar criticamente as situações no ambiente social.

Meu interesse por essa investigação venho ao encontro das minhas inúmeras experiências docentes: (a) no ensino de Biologia, em turmas do ensino médio no Centro Integrado de Educação Pública (CIEP) 098, situado no Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro; (b) também no ensino de Biologia, no Colégio Estadual Pedro Álvares Cabral, situado em Copacabana, no Município do Rio de Janeiro; (c) no ensino de Ciências, em turmas do ensino fundamental, na Escola Municipal Rio das Pedras. Notadamente, no início de 2020, quando a epidemia do vírus Sars-Cov-2 começou na China, causou espanto a agilidade e a competência no controle da doença estabelecida naquela região para a contenção do vírus. Em sala de aula, os alunos comentavam sobre a eficácia e a rigidez dos chineses, sem compreenderem como seria possível esse mesmo controle no Brasil e se de fato tudo aquilo era mesmo real. Nesse contexto, para o entendimento da disseminação desse tipo de vírus, comecei a utilizar a história de epidemias anteriores para, aos poucos, voltar para o tempo presente, traçando uma linha histórica que levasse os estudantes a compreensão de que o que estava acontecendo não era algo distante da realidade brasileira. Também comecei a refletir sobre o uso da história para abordar os esforços da ciência e seus avanços tecnológicos em meio à

fatores sociais, políticos e econômicos de momentos impactantes do mundo. Afinal, após o início da quarentena, em meados do mês de março de 2020, muitos questionamentos foram feitos pelos estudantes como, por exemplo: “Como um vírus pode afetar nossa vida desse jeito?”; “Isso não é uma conspiração feita pelos Chineses?”; “Tudo isso só para vender vacinas?”; “Vamos destruir todos os morcegos?”

Essa investigação é importante, portanto, para enfrentar questões como as anteriormente mencionadas, problematizando o ensino das doenças que acometem os seres humanos na disciplina escolar Biologia. Afinal, o planeta Terra costuma passar por diferentes processos evolutivos, com efeitos na expansão ou redução populacional, transformando a vida em sociedade. Atualmente, enfrenta-se uma pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), um acontecimento sem precedentes no mundo globalizado do século XXI. Sabemos, no entanto, que ao longo da história, ocorreram vários ciclos epidêmicos (MATOS, 2018). Dentre esses ciclos, destaca-se a gripe espanhola, a primeira grande pandemia registrada na história, que ocorreu em 1918 chocando o mundo ao final da Primeira Guerra Mundial:

Na época, uma pandemia incomum e mortal causada pelo vírus influenza A H1N1, o mesmo de agora, espalhou-se por quase todo mundo. O local de origem da doença ainda é desconhecido, mas segundo Ferrucci-Martins (2004), ela provavelmente se originou nos campos de treinamento militar no interior dos Estados Unidos. Entretanto, a denominação da moléstia passou para a história como gripe espanhola, o que ocasionou uma ampla discussão entre os médicos da época. O fato de a Espanha não ter participado da Primeira Guerra Mundial e de a imprensa espanhola noticiar aberta e livremente que pessoas e soldados em números alarmantes, pode ter contribuído para uma fixação desse termo, provocando a falsa impressão de que a doença fazia mais vítimas naquele país. Diante desse quadro, podemos notar que o vírus causador da doença não é novo, visto que há 91 anos ele se manifestou, provocando uma pandemia (SANTIAGO, 2010, p. 397).

A experiência vivenciada com a Gripe ‘Espanhola’ não parece ter sido suficiente para impactar com força os currículos escolares. Uma evidência dessa questão pode ser encontrada em livros didáticos de Biologia destinados ao ensino médio. Em Cesar, Sezar & Caldini (2017), por exemplo, ainda que a coleção aborde dados históricos importantes sobre a vacinação no país, os estudos sobre Vírus e Sistema Imune estão separados em anos diferentes. Tal fragmentação, aliada às preocupações com o Enem no final do terceiro ano, não permite uma abordagem mais extensa e contextualizada da saúde humana, temática presente na unidade quatro do volume três da coleção. Em outros conjuntos de livros didáticos para a disciplina escolar, a abordagem da temática é ainda mais problemática. A coleção de André Catani (2016),

por exemplo, não apresenta uma unidade especificamente voltada para a saúde humana, ainda que no volume dois ela aborde os vírus e as doenças a eles relacionadas de maneira breve.

Outra evidência dessa questão refere-se ao modo como vimos lidando, cotidianamente, com os surtos de gripes e mesmo com o ressurgimento, em 2009, do vírus H1N1, espalhando-se rapidamente por todo o planeta. Ainda que a ciência tenha produzido a vacina como um modo eficiente de controle das gripes, os movimentos antivacina certamente reacendem o debate acerca da eficácia dos currículos escolares na disseminação de conhecimentos científicos ‘confiáveis’. Ou seja, apesar de os vírus, assim como os estudos históricos sobre as pandemias, serem por vezes citados nos currículos e livros didáticos de Biologia, eles demonstram ser insuficientes na constituição de um modo de pensar a vida no planeta, uma vez que não deixam evidentes tanto os esforços da comunidade científica na produção desses conhecimentos ‘confiáveis’ quanto a eficácia deles no controle das doenças. Uma evidência dessa questão refere-se a um episódio vivenciado por mim em sala de aula, quando um estudante comentou, na última aula no mês de dezembro de 2021, que estava muito feliz porque finalmente iria se vacinar. Ao indagá-lo sobre a razão de não ter se vacinado antes, ele me responde que apenas naquele momento o Pastor da Igreja teria autorizado a família inteira a se vacinar, indicando-me que a mãe dele não teria permitido qualquer iniciativa anterior a essa autorização.

É nesse contexto que as pandemias permanecem ameaçando a vida e trazendo consequências na saúde e dia a dia da população, como no caso da pandemia do Covid19:

A taxa de letalidade pelo COVID-19 foi estimada em torno de 0,5 a 4%. Essa taxa de letalidade é semelhante à da gripe espanhola (2 a 3%) e muito mais elevada do que a da influenza A H1N1 (0,02%) ou da gripe sazonal (0,1%). Entretanto, 80,9% dos casos da doença são leves (SILVA, 2020, p. 1).

Autores como Maria Helena Roxo Beltran, Sabrina Páscoli Rodrigues e Carlos Eduardo Ortiz (2011) destacam a importância do estudo da História da Ciência no ensino de Biologia, assumindo que a mesma contribui para desenvolver uma visão crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico, facilitando a análise das relações entre sociedade e ciência. Para autores como Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (1998), os episódios históricos e o gradativo processo de construção do conhecimento colaboram para a construção de um olhar mais próximo da natureza da ciência, desconstruindo concepções errôneas do processo científico e visões estereotipadas dos cientistas como ‘heróis’ ao mostrar as mudanças ao longo do tempo. Trabalhos como os de Martha Marandino, Sandra Escovedo Selles & Marcia Serra Ferreira (2009) contribuem para esse debate ao articularem a modernização das Ciências Biológicas com a emergência da disciplina escolar Biologia, ainda que tais histórias tenham

especificidades e características próprias, que se referem às finalidades da ciência ou da escolarização. Articular essas duas histórias – a das Ciências Biológicas e a da disciplina escolar Biologia –, por meio da História da Ciência, pode auxiliar na compreensão de como, em ambos os casos, elementos sociais, econômicos e culturais participam da constituição e disseminação da ciência.

No caso específico das doenças que, a partir do século XX, se espalharam pelo mundo, assim como os conhecimentos relacionados à essa história, o ensino dessas pandemias como a gripe H1N1 e a Covid19 permite que o professor aborde, com os alunos do ensino médio, os conhecimentos biológicos de maneira contextualizada. Essa abordagem, ao tratar a temática em meio a toda uma problemática social, econômica, científica e política, pode intervir na ideia de que a ciência é fechada, que não sofre a influência dos aspectos socioculturais de sua época. Ela já vem fazendo parte, inclusive, das políticas de currículo contemporâneas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) aconselham, por exemplo, que a história das Ciências Biológicas deve ser tratada como um movimento de produção de conhecimentos que é não linear e contraditório, explicitando como e porque foram produzidos e em que época. Também a Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio (BNCC, 2017) traz competências e habilidades específicas sobre a temática. A competência específica três da disciplina escolar Biologia, por exemplo, encontra-se assim enunciada no texto legal:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BNCC, 2017, p. 544)

As habilidades relacionadas a essa competência também estabelecem explícitos diálogos com a História da Ciência ao propor, por exemplo, que os estudantes possam:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BNCC, 2017, p. 545).

Assim, ainda que tais políticas – os PCNEM e a BNCC para o ensino médio – sejam objetos de muita polêmica no campo educacional, ambas assumem a História da Ciência como um modo potente de formar sujeitos mais reflexivos em relação ao desenvolvimento científico

e social, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino médio. Como já ressaltado, também a minha experiência docente é valiosa no sentido de pensar o uso da História da Ciência em momentos como o que temos vivido no presente, uma época que ficará marcada pelos muitos desafios impostos aos docentes e que se tornaram concretos principalmente com o encerramento do ensino remoto e a volta do presencial. Na Prefeitura do Rio de Janeiro, por exemplo, as aulas presenciais retornaram em maio de 2021 com um número limitado de alunos em sala, apenas dez (10) alunos, com a turma dividida em grupos que se revezavam durante o mês e que deveriam seguir uma série de protocolos. Nesse contexto, os estudantes do 2º ciclo do ensino fundamental não mais se identificavam com a escola, com o professor se tornando um ser (de certo modo) inacessível e desconhecido com máscara. Como docente vivenciei o quão angustiante foi o trabalho em sala de aula seguindo à risca os protocolos de segurança para a Covid-19, com os estudantes relatando aos poucos as suas dúvidas e angústias.

No que se refere ao ensino médio, as atividades presenciais retornaram somente em outubro de 2021, uma vez que a vacinação de adolescentes teve início em agosto de 2021. Assim, diferente das escolas da Prefeitura do Rio de Janeiro, todos os alunos retornaram as aulas sem respeitar o distanciamento social, ainda que com a exigência do uso de máscara. Como sabemos, para a maior parte dos estudantes das redes públicas o ensino remoto não foi possível por falta de equipamentos e internet, com um acesso às aulas muito precário. Além disso, segundo relatos dos próprios estudantes, muitos deles passaram a morar na “rua” no bairro de Copacabana em função das dificuldades financeiras agravadas pela Pandemia. Com esse breve relato, é possível perceber a importância dessa dissertação e seu produto, tendo em vista que as consequências da disseminação e contágio do novo Coronavírus precisam ser focalizadas não apenas do ponto de vista biológico; afinal, o reconhecimento e o enfrentamento da mesma envolvem mudanças sociais, econômicas e históricas, alterando as relações humanas, aspectos que podem ser abordados nos currículos da disciplina escolar Biologia.

2. Objetivos

2.1 Objetivos Gerais

O estudo tem como objetivo abordar como a ciência vem produzindo e disseminando conhecimentos para enfrentar as doenças que se espalharam pelo mundo a partir do século XX, tomando como referência as Pandemias da Gripe de 1918 e da COVID-19 para a produção de um material didático especificamente voltado para o ensino da temática nas aulas da disciplina escolar Biologia. A intenção é contextualizar o ensino da temática relativa a doenças em meio à aspectos biológicos, sociais e históricos, sendo a abordagem interdisciplinar um elemento importante na superação da segmentação dos conhecimentos escolares sobre o tema.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar informação científica confiável e interdisciplinar sobre as pandemias desde a Gripe ‘Espanhola’¹ até o momento atual, com o enfrentamento da COVID-19;
- Levantar a produção bibliográfica e didática sobre o uso da História da Ciência no ensino da disciplina escolar Biologia, em particular no ensino sobre as doenças;
- Problematicar o uso da História da Ciência no ensino da disciplina escolar Biologia, tomando como referência os estudos curriculares;
- Elaborar uma abordagem didática sobre o tema com base na História da Ciência;
- Produzir um material didático contextualizado e interdisciplinar, que possa ser utilizado na disciplina escolar Biologia com os estudantes do ensino médio.

¹ Utilizo o termo ‘Espanhola’ com aspas simples para indicar que, embora esse seja o nome mais utilizado, reconheço o quanto ele reforça estereótipos e preconceitos ao regionalizar a ocorrência desta Gripe.

CAPÍTULO I

Da Gripe ‘Espanhola’ a COVID19: elementos para pensar o Ensino de Biologia

Esse capítulo tem como objetivo a abordagem de aspectos biológicos, sociais, econômicos e culturais que se relacionam, historicamente, às pandemias ocorridas no mundo nos séculos XX e XXI, com vistas a subsidiar professores de Biologia tanto na produção de suas aulas no Ensino Médio quanto no uso do material didático que acompanha essa dissertação de Mestrado Profissional. Em especial, a intenção é que essa história auxilie professores e estudantes no entendimento do presente, assolado pela Pandemia de COVID-19 causada pelo vírus SARS-COV 2. Afinal, no caso do ensino de Biologia, autores como Sandra Escovedo Selles & Marcia Serra Ferreira (2005, p. 50) destacam o quanto de expectativas são depositadas de que os conhecimentos a serem ensinados “possam tanto estabelecer vínculos mais estreitos com a realidade quanto auxiliar na resolução dos inúmeros problemas sociais”. Nesse cenário, as autoras argumentam que:

[...] pensar os rumos do ensino da Biologia no Ensino Médio implica, necessariamente, em considerar as relações que essa disciplina escolar vem estabelecendo, por um lado, com suas ciências de referência e, por outro lado, com os inúmeros aspectos sociais que marcam a sua história (SELLES & FERREIRA, 2005, p. 50).

Assim, impactada por esse debate em torno dos rumos do ensino da Biologia no Ensino Médio, essa dissertação assume a importância de uma perspectiva histórica para o ensino de conhecimentos científicos que nos ajudem a compreender o momento atual, auxiliando a sociedade a enfrentar corretamente a Pandemia de COVID-19, com vistas a ultrapassá-la e a cuidar de futuros ‘possíveis’. Afinal, a ciência tem destacado que essa não será a nossa última pandemia. De acordo com Matos (2018), por exemplo, desde o século XVIII, a humanidade tem passado por ciclos epidêmicos que ocasionaram muitas mortes:

Foram feitos registros ainda de pandemias que ocorreram desde o século XVIII, em 1729, 1732, 1781, 1830, 1833 e 1889, até chegarmos à grande pandemia de 1918–1919. Então, parece existir certo padrão temporal, fazendo com que a cada geração (em torno de 80 anos) os ciclos se repitam. Um registro digno de confiança, contudo, foi o da pandemia de 1850, que se disseminou por meio de rotas comerciais atingindo a Europa, as Américas e a África. Há dados que mostram que algumas colônias espanholas na América ficaram quase despovoadas (MATOS, 2018, p. 9).

I. 1 Sobre a Gripe ‘Espanhola’ (Influenza)

Dentre os ciclos epidêmicos que, desde o século XVIII, ocasionaram muitas mortes (MATOS, 2018), destaca-se a Gripe ‘Espanhola’, a primeira grande pandemia registrada na história, que ocorreu em 1918, ao final da Primeira Guerra Mundial, tendo sido chamada de “a mãe de todas as pandemias” (MORENS, 2006). Apesar de ter ficado conhecida como Gripe ‘Espanhola’, a sua primeira onda não foi detectada neste país e sim nos Estados Unidos, sendo registrada em março de 1918 no campo de recrutas da cidade de Funston, no Estado do Kansas. A sua segunda onda, no entanto, que ocorreu entre os meses de agosto de 1918 a janeiro de 1919, devastou o mundo inteiro, enquanto a terceira onda ocorreu em fevereiro de 1919 em alguns países, sendo prolongada em algumas regiões até 1920 (KIND *et al.*, 2020).

Dando foco à segunda onda, que foi descrita como a mais assustadora, Brainerd & Siegler (2003) registram que o vírus se espalhou rapidamente, em poucas semanas, por conta de um navio que chegou na Europa com tropas de soldados infectados, e depois a doença atingiu a Índia, a Austrália e a Nova Zelândia. Ou seja, a doença levou o nome de ‘Espanhola’ por razões políticas, pois esse país assumiu uma neutralidade em relação aos alemães na Primeira Guerra Mundial e não escondeu o que ocorria no país, ao contrário do que outros países faziam ao esconder determinadas mazelas epidêmicas (GOULART, 2005).

No Brasil, chegavam informes de passageiros adoecendo e morrendo em decorrência da Gripe ‘Espanhola’ a bordo de navios vindos da Europa. Em todo o mundo, há diferentes estimativas de óbitos pela infecção – tendo em vista as subnotificações –, que variam entre 20 e 50 milhões de óbitos, com notícias que foram infectadas em torno de 600 milhões de pessoas pelo mundo (BRITO, 1997). A doença apresentava altas taxas de mortalidade entre os jovens e existia uma corrida para identificar o microrganismo responsável pela gripe.

Desde o século XIX, a Gripe ‘Espanhola’ estava sendo investigada e, com o desenvolvimento da bacteriologia, a principal hipótese de seu agente causador passou a ser o bacilo identificado como *Haemophilus influenzae* (*Hi*) ou conhecido como Bacilo de Pfeiffer. Este nome foi dado pelo bacteriologista Richard Pfeiffer em 1892 (BERTUCCI, 2009), que era assistente de Robert Koch no Instituto de Higiene de Berlim desde 1890 (CANDINA, 2020). Ele relacionou a Gripe ‘Espanhola’ ao Bacilo de Pfeiffer, uma bactéria Gram negativa, pertencente à família Pasteurellaceae do gênero *Haemophilus*, a espécie *H. influenzae*. Esta apresenta vários sorotipos capsulares, acomete diversas infecções no Sistema Nervoso e no Sistema respiratório, causa pneumonia e diversos sintomas que eram semelhantes à gripe (JESUS, 2010). Com a chegada da Gripe ‘Espanhola’, começaram a aparecer muitas dúvidas quanto ao agente causador da doença, pois a profilaxia não era eficaz e em muitos doentes não

foi possível identificar o referido bacilo. Assim, enquanto muitos cientistas insistiam que a doença era causada por um bacilo, outros apostavam em outra teoria que vinha ganhando destaque: ela dizia que a doença era causada por agentes patogênicos menores que um bacilo, o vírus filtrável (GAMA, 2013). O bacilo de Pfeiffer (bactéria cocobacilar Gram negativo - família Pasteurellaceae. *H. influenza*, descrita pela primeira vez em 1892 por Richard Pfeiffer) foi considerado a causa da Influenza até 1933, sendo o responsável por infecções secundárias como a epiglotite, a artrite séptica, a bacteremia, a pneumonia, a septicemia e a meningite, na sua maior parte em crianças (JESUS, 2010). Na década de 1970, após observações da cápsula polissacarídica do *Hi*, baseado nos estudos feitos em 1933 por Fothergill & Wright (JESUS, 2010), foi possível a produção de uma vacina composta basicamente da cápsula polissacarídica purificada do *Hi*, estimulando a produção de anticorpos.

Como havia muito interesse científico sobre a Gripe após a Pandemia de 1918, Richard Shope em 1932 realizou uma experiência importante:

[...] ele removeu secreções nasais de porcos domésticos infectados pelo vírus Influenza e os esfregou nas bocas de outros animais, conseguindo infectá-los. Daí a gripe associada ao vírus Influenza H1N1 ser conhecida como gripe suína. Em 1933, o vírus foi finalmente isolado e, em 1935, Shope demonstrou que indivíduos que haviam passado pela epidemia de 1918-1919 possuíam anticorpos contra o vírus da gripe suína, mas não indivíduos que nasceram depois de 1920 (MATOS, 2018).

Com o isolamento do vírus por Wilson Smith, Christopher Andrewes e Patrick Laidlaw, finalmente confirmou-se o agente etiológico da Influenza. Esse foi um passo decisivo na prevenção e combate desse mal, ainda que muitos acontecimentos tenham levado a uma série de aprendizados que custaram vidas e não devam ser esquecidos (GATZE, 2019).

No Brasil, de acordo com Andrade (2018), estima-se que a Gripe ‘Espanhola’ tenha matado 35 mil pessoas, entre elas o presidente eleito Rodrigues Alves (1848-1919). A Imprensa brasileira registrava os acontecimentos nos jornais da época: o *Correio da Manhã* e *O País*. No Brasil, as primeiras notícias da Gripe chegaram em agosto de 1918 vindas de Portugal (BRITO, 1997) e não causaram espanto devido à distância; no entanto, após um mês, o navio *Demerara*, ao aportar no Recife em setembro de 1918, iniciou o processo de dispersão da doença no país. Outro navio – o *Piauí* –, trouxe quatro tripulantes de Dakar que foram internados no hospital de isolamento de Recife. Em pouco tempo, a Gripe ‘Espanhola’ alcançava o município do Rio de Janeiro, a então capital da República (BRITO, 1997). O Inspetor Sanitário do Rio de Janeiro, Jayme Silvano, foi acusado de favorecer a entrada da epidemia, pois consentiu com a atracação do navio *Demerara* no Recife e não acreditava em ‘micróbios’, ainda que fosse considerado ‘Positivista’. Os registros pelos jornalistas tinham, inicialmente, a intenção de amenizar os

acontecimentos para não causar pânico. Uma das estratégias era a de não associar a ‘nossa’ Influenza com a Influenza espanhola, buscando tratar a mesma como uma moléstia comum (BRITO, 1997). Observe o que foi publicado no *Correio da Manhã* em 28 de setembro de 1918:

[...] trata-se com efeito da influenza e não da influenza espanhola, porque ela não tem pátria e tanto pode ser da Espanha, da França ... influenza pura e simples, com o caráter de generalização suficiente para abranger rapidamente todo o universo". Por algum tempo, ainda, cometer-se-ia o equívoco de conceber a epidemia como de moléstia comum. De acordo com Seidl, a ciência não poderia oferecer quaisquer indicações profiláticas e terapêuticas por não estar ela "perfeitamente caracterizada" [...] (BRITO, 1997, p. 18).

Outra estratégia para amenizar os acontecimentos relativos à Gripe ‘Espanhola’ era fornecida pelas próprias autoridades médicas da época, que ressaltavam as vantagens do clima tropical do Brasil, sem dados científicos, para comprovar que as altas temperaturas resolveriam os problemas da epidemia no país. Segundo relatos das autoridades na época, a grave situação era negada, inclusive, pelo Diretor de Saúde Pública. Observe o que foi veiculado pelo *Correio da Manhã* em 1918 (*apud* BRITO, 1997, p. 19):

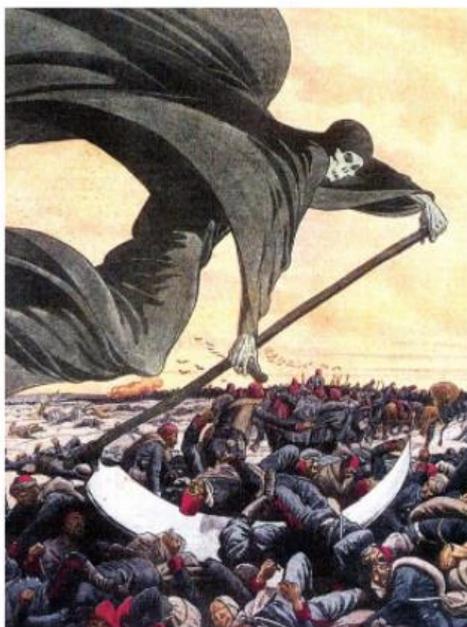
No dia 11 de outubro de 1918, os jornais deram grande destaque à sessão da Academia Nacional de Medicina em que o diretor de Saúde enfatizou a tese da benignidade da gripe: não passava de "simples influenza", doença multissecular que de vez em quando percorria o globo, e contra a qual se deviam empregar as precauções habituais e sais de quinina como preventivo. Encerrou a palestra com uma propaganda da vacina contra varíola, comentando que tinha efeitos imunizantes contra a gripe em alguns indivíduos.

Não podemos deixar de ressaltar, portanto, que as autoridades de saúde da época negaram a existência da epidemia até limites aterrorizantes, mesmo com os cadáveres abandonados no meio da rua por falta de caixões, sepulturas e coveiros, estes últimos sendo ‘substituídos’ por presidiários, que foram obrigados a abrir valas nos cemitérios (SANTOS, 2006). Como a maior parte dos serviços que deveriam ser oferecidos à população estavam restritos aos centros urbanos, a situação se agravou ainda mais rapidamente. Era comum que pessoas de uma mesma família adoecessem ao mesmo tempo, sendo necessária a ajuda da população em geral, o que incluía os policiais, lixeiros e coveiros, que forneciam remédios e alimentos (SANTOS, 2006). Nesse cenário de desordem pública, as tensões sociais foram exploradas politicamente pela oposição ao então governo de Wenceslau Braz. Cabe lembrar que, apesar de tudo, o Diretor da Saúde Pública continuava afirmando que a doença era ‘benigna’ (GOULART, 2005), se abstendo de encarar a problemática de frente, a despeito de como a morte ia se tornando o que Brito (1997) chama de uma "experiência crucial”:

Sob o reinado de uma epidemia, a morte iminente representa uma experiência crucial: a extinção de todas as referências próximas e longínquas dos indivíduos. No bairro ou na cidade, não se morre sozinho, mas em série. O número de vítimas, a impotência diante da morte e a exclusão social mostram a doença em sua realidade mais funesta, impondo de forma absoluta o destino coletivo à família, aos amigos e aos vizinhos (BRITO, 1997, p. 14).

Assumindo a morte, em especial quando aliada a guerras, fome e epidemias, como um elemento de desintegração da sociedade (SANTOS, 2006), torna-se explícita a importância de se compreender as epidemias e pandemias de modo interdisciplinar, percebendo que uma boa e acurada interpretação das doenças deve ir muito além dos fatores biológicos. Obras de arte, por exemplo, são interessantes registros de como vivenciados esses períodos, fornecendo indícios que podem ser explorados, no tempo presente, com os estudantes do Ensino Médio, com vistas a entender a problemática em perspectiva histórica. Observe a imagem a seguir (Figura 1), que retrata como a morte chega para todos sem distinção, com um ‘esqueleto’ utilizando uma foice, uma ferramenta também muito usada em campanhas de saúde no Brasil (SANTOS, 2006).

Figura 1- A Morte, Bruno Latour



Pasteur, uma ciência, um estilo, um século. Paris: Biblioteca Acadêmica Perrin, 1994, p.30. Fonte: Santos (2006)

Em 17 de outubro de 1918, o Diretor da Saúde Pública Carlos Seidl foi finalmente destituído do seu cargo, sob críticas do próprio Presidente da República da época, Wenceslau Braz. Ele foi também acusado pela imprensa de ser muito lento em suas ações e, principalmente, de fornecer informações erradas à população. O novo diretor, o médico Teófilo Torres, ocupou

o posto por pouco tempo e recebeu muitas críticas por seguir as ideias de Carlos Seidl (BRITO, 1997). Foi nesse contexto que Carlos Chagas, Diretor do Instituto Oswaldo Cruz, assumiu o cargo de Diretor da Saúde Pública, tendo como principal missão o combate à Gripe ‘Espanhola’. No seu mandato, Carlos Chagas colocou em prática uma força tarefa composta não apenas por médicos, que eram poucos, mas também por estudantes do sexto ano de Medicina e por práticos de Farmácia. Ele instaurou a quarentena e o isolamento em navios, além da obrigatoriedade da notificação compulsória dos casos, o que lhe rendeu críticas (BRITO, 1997).

Ainda que o Instituto Oswaldo Cruz, na figura de seus membros Aristides Marques da Cunha, Octavio de Magalhães e Olympio da Fonseca, tenham levantado em 1918 a hipótese de que a epidemia seria causada por um vírus filtrável e não por um Bacilo de Pfeiffer, o que deu esperanças para a produção de uma vacina, permaneciam as crenças em diferentes fórmulas ‘caseiras’ para curar a gripe: pitadas de tabaco; banhos com vapor d’água misturada com sal de cozinha; desinfecção do ar com incenso ou alcatrão e alfazema; inalações de vaselina mentolada; gargarejos com água e sal, com água iodada, com ácido cítrico, tanino e infusões contendo tanino (BRITO, 1997); ingestão de caldo de galinha (SANTOS, 2006); pulverização do corpo com flor de enxofre, além de defumar a roupa e queimá-la dentro de casa e tomar 5mg de flor de enxofre antes das refeições (BRITO, 1997). Até mesmo a essência de canela era distribuída à população. Preventivamente, o quinino deveria ser tomado nas doses de 25 a 50 centigramas por dia e recomendava-se ficar em repouso evitando excesso físico. A imprensa passava receitas vindas do exterior como a inalação de suco de cebola empregada na França e testada eficazmente na Inglaterra e nos Estados Unidos (BRITO, 1997). Ou seja, ainda que a ciência estivesse avançando como a única capaz de solucionar o problema, ela permanecia tendo que lidar com a falta de informação e de conhecimento confiável da população brasileira.

É possível afirmar, no entanto, que certas medidas profiláticas ficaram como legado para o enfrentamento das epidemias que se seguiram à Gripe ‘Espanhola’. Uma profilaxia muito importante foi a prescrita pelo Departamento de Saúde de Nova York: não compartilhar toalhas, talheres, copos, pratos e qualquer outro utensílio com os doentes, permanecer distante de pessoas que estão tossindo ou espirrando e tapar com um lenço a boca e o nariz. Também os inquéritos, passaportes sanitários para viajantes, isolamento de doentes, quarentenas em portos eram de suma relevância para o controle sanitário de epidemias (BRITO, 1997).

Além disso, no Brasil tem início um processo de profissionalização da saúde pública, onde o apogeu foi em 1925 com a criação dos primeiros cursos para formação de sanitaristas no Brasil (GOULARD, 2005). Afinal, a Gripe ‘Espanhola’ tinha evidenciado os inúmeros conflitos políticos que dificultaram o combate da mesma, ressaltando a importância dos

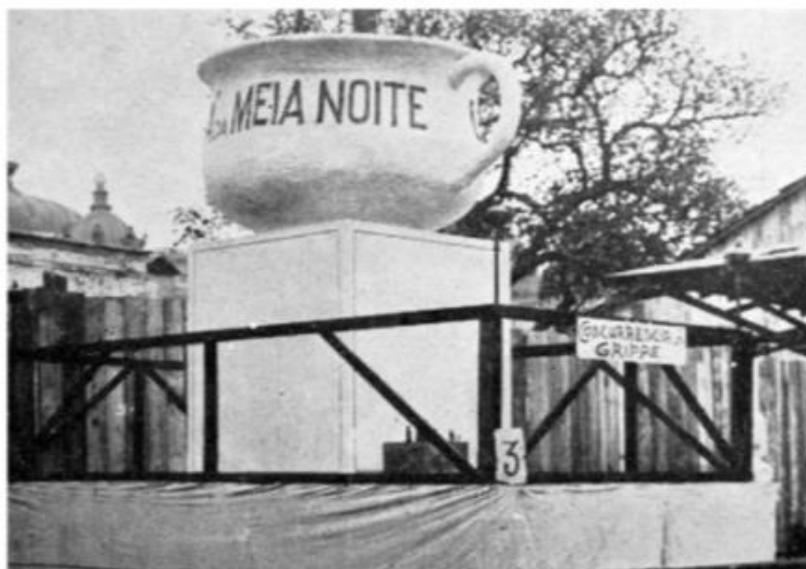
'higienistas' como os únicos capazes de encontrar soluções para a crise. No final de novembro de 1918, a gripe foi diminuindo gradativamente no Brasil e no mundo e o ciclo epidêmico parecia estar no seu fim.

Em 1919 – os jornais da época relatam a alegria que tomou o Carnaval tanto no Rio de Janeiro quanto em outras cidades do país, que se apropriou do que havia acontecido para a produção de críticas e sátiras (Figura 2). O ‘Chá da Meia-Noite’, nome de um bloco em Honório Gurgel, por exemplo, teve origem em boatos acerca de um chá que era servido na Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro. Tais boatos indicavam a existência de veneno no chá, com a intenção de que os doentes amanheceram mortos e os leitos fossem desocupados (SANTOS, 2006). Como a Santa Casa comportava a maior parte da assistência gratuita da cidade, ela foi criticada por meio de denúncias de falta de medicamentos e de ausência de alimentação e higiene adequadas, passando a ser chamada de ‘Casa do Diabo’, uma expressão presente em trechos de músicas do carnaval de 1919. O *Correio da Manhã* de fevereiro de 1919 fazia referências ao chamado ‘Chá da Meia-Noite’ e à Santa Casa da Misericórdia. Todos queriam buscar o prazer perdido e muitos se arriscaram em aglomerações, levando outros à transgressão de normas sociais, como se a cidade renascesse do luto vivido (SANTOS, 2006).

Com os avanços da medicina os aspectos clínicos e a evolução da doença variam muito de acordo com as condições de saúde e idade de cada indivíduo. A gripe de um modo geral acarreta sintomas e manifestações no trato respiratório como dor de garganta, obstrução nasal, tosse e catarro. Leva a pessoa a ter dores musculares, mal-estar, febre, que pode se estender de 3 a 4 dias, dor de cabeça, cansaço por até três semanas, desconforto torácico e espirros (RODRIGUES *et al.*, 2007). A Influenza A pode levar a pessoa para internação, pois causa muita fadiga, febre de 38 a 40 graus Celsius, cefaleia, dores abdominais e da pleura, calafrios, dor de garganta, tosse seca, coriza, mialgia, anorexia, náuseas, fotofobia, diarreia e vômitos; pode ocorrer epistaxe (RODRIGUES *et al.*, 2007). Pode ocorrer um agravamento na fase final havendo infecção renal, cardíaca, pneumonia, hemorragia pulmonar, pneumotórax e síndrome séptica de acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde). O rendimento físico e mental diminui, o sistema imune também, favorecendo com isso as infecções oportunistas por bactérias secundárias e até um comprometimento do Sistema Nervoso Central. As complicações levam muitas vezes a uma Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) (RODRIGUES *et al.*, 2007), compromete o parênquima pulmonar causando dispneia, cianose e expectoração com sangue, ocorre uma alteração no epitélio traqueobrônquico, diminuição das células, perda de cílios, disfunções fagocíticas onde o ambiente fica propício para o crescimento bacteriano que poderá ser das seguintes bactérias: *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus*

influenzae e Streptococcus pyogenes. Alguns fatores preexistentes podem agravar o estado do paciente como: envelhecimento, portadores de doenças cardiovasculares, deficiência imunológica, deficiência nutricional, imunossupressão e presença de DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva crônica). Com a idade avançada as alterações mecânicas como perda de elasticidade, alteração do reflexo de tosse podem interferir na eliminação do vírus, e os linfócitos T já não conseguem atacar o antígeno e diminuem a secreção de citocinas, também com o envelhecimento existe uma ineficiência na resposta dos macrófagos e neutrófilos (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Figura 2 - Foto de detalhe do Carro dos Democráticos



Fonte: Blog de História, Ciências, Saúde- Manguinhos ²

A Influenza se caracteriza por circular entre as aves, os porcos e os equinos e, devido a relação que o homem estabeleceu com esses animais, a transmissão para humanos tornou-se possível. Com a urbanização e as aglomerações em ambientes e transportes públicos, esse processo se tornou ainda mais poderoso. Como se trata de um vírus altamente mutável, há dificuldades para uma imunização eficiente (RUIZ, 2009). A provável origem do termo Influenza parece ter a ver com os sintomas e suas causas.

Há muitos as infecções respiratórias humanas causaram alta mortalidade, sendo um "Influenza del freddo" ou "influência do frio" na Itália, em 1504, e o termo "gripe" apareceu em carta ao filósofo francês Voltaire, em 1743, com significado de "fantasia súbita" ou "desafeição passageira". Publicações científicas e leigas sobre a gripe ou Influenza são encontradas desde 1650, e

² Revista Careta, acervo da Biblioteca Nacional, satirizando os boatos de que a Santa Casa distribuía um Chá contendo veneno aos doentes da Gripe Espanhola. <http://www.revistahesm.coc.fiocruz.br/cuidado-com-a-espanhola>> Acesso em fev.2021.

muitos outros termos para designar esta doença surgiram em outros países, porém o termo "Influenza" foi reconhecido no Royal College of Physicians, após a pandemia de 1918 (GATZE, 2019).

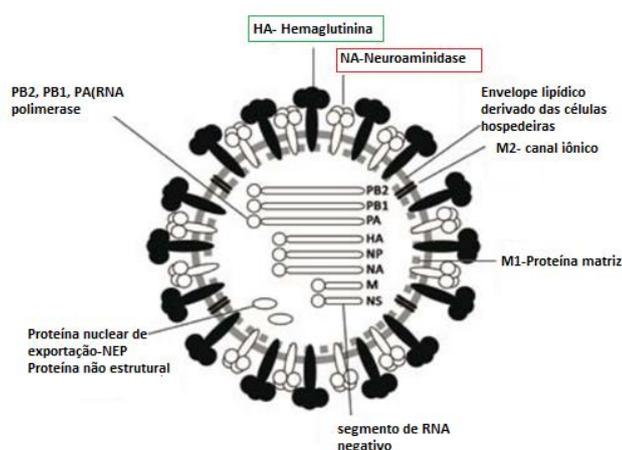
Apesar de o vírus da Influenza H1N1 ter sido isolado em 1933 e a primeira vacina foi produzida em pouco tempo, a segunda vacina produzida em 1942 era bivalente, pois já existia outra variante, ficou claro então com as novas tecnologias que o vírus Influenza apresentava uma alta capacidade de mutação (GATZKE, 2019), o dilema da Gripe ‘Espanhola’ intrigava os cientistas e a necessidade de precisão das respostas só se confirmou muito tempo depois, a partir de 1995, quando se iniciaram processos de exumação de cadáveres oriundos da Pandemia de 1918, com o objetivo de recriá-los (CANDINA, 2020). Após muitas tentativas, com amostras de pulmão de dois soldados mortos em setembro de 1918 do Fort Jackson, Carolina do Sul, que morreram no acampamento Upton em Nova York, e de uma mulher Inuit (membro de uma nação indígena esquimó) cujo cadáver foi preservado no permafrost (tipo de solo que se mantém congelado na região ártica), da pequena cidade de Brevig Mission, no Alasca (CANDINA, 2020), já no século XXI o sequenciamento e a identificação do genoma do vírus Influenza foi possível. Em 2005, o sequenciamento do vírus H1N1 foi finalmente revelado (CANDINA, 2020), graças aos esforços coletivos do Centro de Controle de Doenças (CDC), o Instituto de Patologia das Forças Armadas da América do Norte, o Laboratório de Pesquisa de Aves do Sudeste da América do Norte e a Escola de Medicina Sinai de Nova York. Os estudos mostraram que as cepas dos vírus Influenza circulantes atualmente derivam, em grande parte, do RNA do vírus H1N1 daquela época significativa (CANDINA, 2020).

Trata-se de um vírus da família *Orthomyxoviridae*, que compreende cinco (5) gêneros: *Influenzavírus A*, *Influenzavírus B*, *Influenzavírus C*, *Thogotovirus* e *Isavirus*, podendo ser de três tipos com base na antigenicidade de suas moléculas de superfície: A, B e C, de fita única negativa de RNA subdividido em segmentos, com capacidade de replicação semiautônoma, o que aumenta a capacidade de rearranjos genéticos (TALLEDO & ZUMAETA, 2009). Os vírus da influenza A são vírus esféricos ou pleomórficos (às vezes ocorrem algumas formas filamentosas) de até 120 nm de diâmetro; eles têm um envelope derivado da célula hospedeira, que abriga a hemaglutinina (HA), e neuraminidase (NA) e a proteína M2, que estão dispersas no envelope (TALLEDO & ZUMAETA, 2009). O seu genoma apresenta oito (8) segmentos de RNA de sentido negativo, podendo haver também com sete (7) ou seis (6) segmentos. Esses segmentos de RNA linear de fita simples e sentido negativo contêm de dez (10) a onze (11) estruturas de leitura aberta (ORFs). Cada segmento apresenta o complexo de polimerase composto por PB2 (polimerase básica 2), PB 1 (polimerase básica 1) e PA (polimerase ácida)

(TALLEDO & ZUMAETA, 2009). No envelope a proteína M2 funciona como canal iônico. A proteína de exportação nuclear (NEP/NS2) também pode ser isolada de extratos obtidos de células infectadas (Figura 3). As duas glicoproteínas de superfície conferem poder de ligação às células mucosas do hospedeiro, as Hemaglutininas (16 subtipos, de H1 a H16) e as Neuraminidases (9 subtipos, de N1 a N9) (TALLEDO & ZUMAETA, 2009). Como os tipos B e C normalmente causam infecções leves em seres humanos, as combinações que existem no vírus Influenza A é que podem ser preocupantes, uma vez que este possui o maior número de hospedeiros animais (RUIZ, 2009).

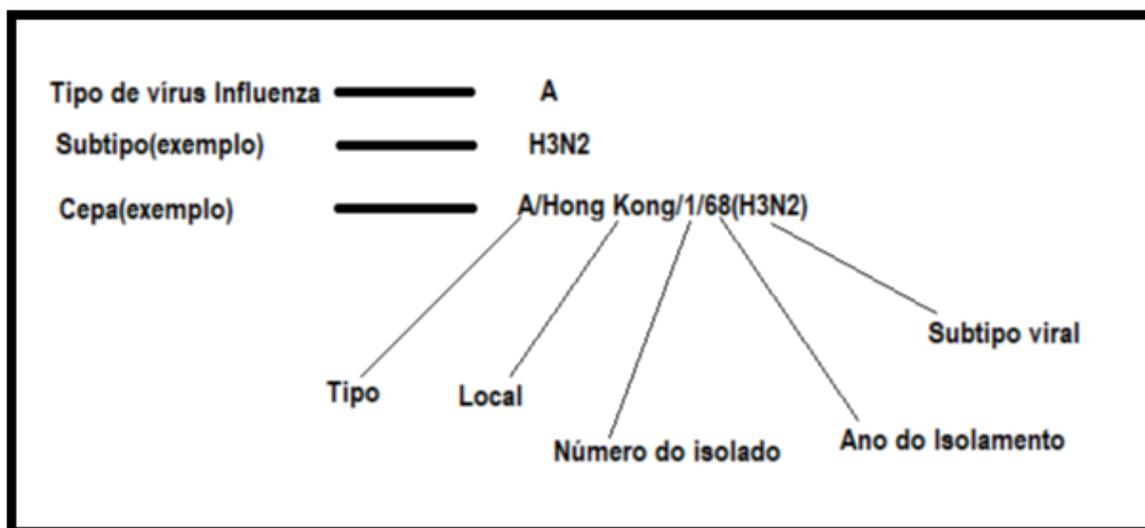
As variações de nucleotídeos nos sítios antigênicos HA e NA, também chamada de Deriva Antigênica é que caracterizam a variação do vírus, em grande parte o desvio antigênico do vírus Influenza A é devido a mutações na molécula HA, que se liga aos ácidos siálicos na superfície da célula hospedeira (TALLEDO & ZUMAETA, 2009). A Variante de Deriva Antigênica que causa doença aparece em média a cada 4 anos e pode apresentar 4 ou até mais substituições de aminoácidos em dois ou mais sítios antigênicos. A molécula HA sofre muita pressão imunológica, pois é o alvo da resposta imune do hospedeiro. De outra maneira a variação pode ocorrer quando dois vírus influenza diferentes infectam a mesma célula, o rearranjo antigênico, como existem duas cepas virais na mesma célula, os segmentos genômicos podem ser introduzidos no capsídeo do vírus não correspondente ao segmento, com isso surgem novas cepas com características diferentes, sendo então a maior causa de novos subtipos virais. (TALLEDO & ZUMAETA, 2009).

Figura 3: Estrutura do vírus Influenza.



A nomenclatura dos isolados do vírus Influenza A é assim fornecida: primeiro, o tipo (A, B ou C); segundo, o hospedeiro, e caso seja humano será omitido; terceiro, o local do isolamento; quarto, o número da amostra; quinto, o ano do isolamento, sexto e último, entre parênteses o subtipo de HA e NA (SILVA, 2015). Verifique o exemplo da Figura 4.

Figura 4: Exemplo Nomenclatura dos isolados do vírus Influenza



Adaptada de TALLEDO E ZUMAETA. Rev. peru. biol.16 (2): 227-238 (dez. 2009). Acesso em nov. 2021.

Os subtipos de origem Aviária recebem uma nomenclatura adicional, de acordo com a alta ou baixa patogenicidade: LPAI, low pathogenic avian influenza ou HPAI, high pathogenic avian influenza (SILVA, 2015). Outras terminologias também foram acrescentadas:

Além da clássica nomenclatura, algumas terminologias especiais na descrição dos subtipos H1N1 e H3N2 foram adotadas recentemente para se referir e diferenciar algumas importantes variantes, como: o vírus pandêmico do subtipo H1N1, que ficou estabelecido como A (H1N1)pdm09; e a variante do subtipo H3N2 que emergiu em 2011, a qual denomina-se A(H3N2)v por conter o gene da matriz (M) do vírus pandêmico A (H1N1)pdm09 (Centers for Disease Control and Prevention, 2012, World Health Organization, 2011).

Além da Gripe ‘Espanhola’, o século XX assistiu a algumas outras pandemias, dentre as quais se destacam a Gripe Asiática (1957-1958) e a Gripe de Hong Kong (1968-1969), ambas mais benignas do que na experiência vivida em 1918. Na Gripe Asiática, o vírus da Influenza A (H2N2) foi identificado, inicialmente, em 1957, na Península de Yunnan, China, tendo se expandido rapidamente entre os menores em idade escolar e adultos jovens. No entanto, diferentemente da Gripe ‘Espanhola’, nesse caso as autoridades agiram rapidamente, estabelecendo medidas preventivas aprendidas anteriormente além da vacinação, impedindo uma grande propagação, ainda que um milhão de pessoas tenham perdido a vida (SILVA,2015).

Dez anos depois, em 1968, uma variante do vírus Influenza A (H3N2) surgiu na China e se espalhou por Hong Kong, contaminando meio milhão de pessoas em duas semanas. Transportada por soldados que retornaram do Vietnã, essa variante chegou aos Estados Unidos e, posteriormente, à Inglaterra, em um movimento que alcançou toda a Europa, mas foi considerada menos severa do que a de 1957. Outro evento também causado pela Influenza A ocorreu na Rússia em 1977, com menores proporções. Resumidamente: a primeira cepa registrada responsável pela Gripe ‘Espanhola’ foi a variedade antigênica subtipo A (H1N1), em 1957 surgiu o subtipo A (H2N2) na China, em 1968 foi em Hong Kong que registrou-se o subtipo A (H3N2) e a última Pandemia de Influenza A (H1N1) que também foi designada de Gripe suína ou Mexicana, pois os primeiros casos surgiram no México em 2009 e durou cerca de 20 meses, foi identificado um subtipo de vírus muito semelhante com o vírus da “Espanhola” de 1918, classificado como uma nova cepa do subtipo H1N1, ficou então claro o ciclo repetitivo de Pandemias que sempre ameaçam a Humanidade (TALLEDO & ZUMAETA, 2009).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, as infecções respiratórias inferiores são consideradas as doenças transmissíveis mais mortais do mundo e em evidência estão as gripes e pneumonias, que podem ser evitadas. Com a ciência investindo em conhecimento e tecnologia, as vacinas foram sendo produzidas e aperfeiçoadas, sendo a melhor forma de prevenção até o momento. As Pandemias de Influenza e a do Novo Coronavírus são semelhantes em vários aspectos, um deles seria a transmissão, que segundo o Ministério da Saúde pode ser: por contato direto com a pessoa infectada, por meio de um aperto de mão seguido de toque nos olhos, nariz ou boca; por contato indireto com objetos e superfícies contaminadas, quando a transmissão ocorre por meio de gotículas respiratórias porque a pessoa infectada tosse ou espirra no ambiente a menos de 1 metro de distância de outras pessoas; por aerossóis, que são partículas respiratórias menores contendo o vírus, permanecem no ar por períodos mais extensos podendo alcançar longas distâncias facilitando a disseminação da doença. Além disso, as duas doenças tiveram um impacto profundo no Mundo, além de causar inúmeras mortes e desorganização econômica e social. Na primeira – a Influenza –, não se sabia qual era o agente causador da doença e quais as medidas de proteção e medicamentos adequados; na segunda – a COVID-19 –, ainda que com todo avanço científico até aqui alcançado, não foi possível evitar tantas mortes.

As populações, em diferentes partes do mundo, puderam se confrontar, no século XX, com uma experiência de morte que ultrapassa a simples problematização biológica dos fatos. Tal experiência permanece no século XXI, com a convivência social ameaçada pela Pandemia de COVID-19, que é causada pelo vírus SARS-CoV 2. Situar os estudantes do ensino médio

nesse cenário, trazendo os aspectos sociais e históricos do passado, pode auxiliá-los no enfrentamento do presente. Quando mais uma vez as populações, comunidades, estados e países vivenciam sentimentos de angústia, impotência, pessimismo, morbidez, loucura e sadismo. Além disso, os ritos de morte ficam impedidos, tornando essa experiência ainda mais incompreensível e dolorosa. É sobre essa pandemia que trata a próxima seção deste capítulo.

I. 2 Sobre a COVID-19

Após 100 anos do Carnaval de 1919, que foi considerado o mais animado da história dos carnavais, e um alívio pelos traumas sofridos devido à Gripe ‘Espanhola’ – evento que ficou marcado pelo negacionismo das autoridades, que acompanhavam as notícias do mal na Europa e preferiram continuar seguindo suas vidas confortáveis à vivenciar a verdadeira realidade fúnebre e cruel que atingiu a população –, chegamos ao Carnaval de 2020, com notícias oriundas da China sobre uma nova doença que recebeu o nome de Covid-19. Na ocasião, mesmo com os canais de comunicação relatando as consequências do novo Coronavírus na China, os aeroportos no Brasil permaneceram abertos e com a mesma rotina.

A doença foi identificada em Wuhan, na província de Hubei, no mercado atacadista de frutos do mar de Huanan, que também comercializava animais vivos. Os casos de pneumonia por Coronavírus surgiram em primeiro de dezembro de 2019 e foram confirmados em 31 de dezembro do mesmo ano. A China então cancelou as festas do Ano Novo Chinês em 25 de janeiro de 2020, decretando inclusive o lockdown, ou seja, um bloqueio à circulação de pessoas a partir do dia 23 de janeiro de 2020. Em 11 de março de 2020, assim como fez em outras ocasiões (Gripe Suína H1N1 [2009]; Poliomielite [2014]; Zika vírus [2016]; Ebola [2016 e 2018]), a OMS declarou o início da Pandemia de Covid19, sendo causada pelo vírus SARS-CoV 2. Apesar disso, o Carnaval de 2020 ocorreu no Brasil, no período de 22 a 26 de fevereiro, sem qualquer restrição sanitária ou mesmo de entrada no país. O principal foco da OMS, que alertou seis vezes sobre a COVID-19, foi de construir uma força tarefa internacional para barrar o contágio de uma doença pouco conhecida (Senhoras, 2020), em um esforço que remete ao aprendizado com as epidemias de SARS-CoV e MERS-CoV.

O coronavírus foi isolado pela primeira vez em 1937 e, em 1965, foi descrito como coronavírus, pois o perfil na microscopia se assemelhava a uma coroa (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Os vírus da família coronavírus são divididos em quatro gêneros: α , β , γ e δ (GOMES *et al.*, 2020); quando causam doenças, eles costumam provocar desde um simples resfriado até uma pneumonia fatal (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Em 2003, foi identificado o vírus SARS-CoV, caracterizado pela Síndrome Respiratória aguda grave (SARS), muito agressivo e que começou

com um surto na China; posteriormente, em 2012, foi identificado o vírus MERS-CoV como causa da Síndrome Respiratória do Oriente Médio, devido a um surto na Arábia Saudita. Estes eram mais agressivos e com uma taxa de mortalidade maior que o SARS-CoV-2, que também é um vírus zoonótico (tem transmissão entre animais e humanos) e foi identificado no Hospital Wuhan Jinyntan, que recebeu os primeiros casos da nova doença. Nele, houve o isolamento do vírus a partir de secreção bronco alveolar de três (3) pacientes em 30 de dezembro de 2019 e a confirmação da existência de um novo coronavírus, que recebeu a designação de SARS-CoV-2 e foi considerado como um membro dos β CoVs (GOMES *et al.*, 2020). Isso significa que ele é um vírus de RNA de fita simples positivo e envelopado com projeções em sua superfície, o que dá a ele uma aparência de coroa quando visto pelo microscópio eletrônico, daí o nome coronavírus (GOMES *et al.*, 2020).

Como, atualmente, as estruturas de microrganismos e vírus já são conhecidas e muitos estudantes acessam esse tipo de conhecimento na internet, entendo a importância de ensinarmos, nas aulas de Biologia, um pouco mais sobre a temática, abordando as consequências da ligação do vírus com células específicas por meio dos receptores de membrana. Sabemos hoje que o Coronavírus possui uma glicoproteína chamada de Spike, que contém dois domínios de ligação (S1 e S2): o primeiro (domínio S1) viabiliza a fixação do vírus no receptor, que é a proteína conversora de angiotensina II; o segundo (domínio S2) facilita o processo de fusão da membrana viral com a célula do hospedeiro (GOMES *et al.*, 2020). Como o receptor do domínio S1 é a proteína conversora da angiotensina II, que justamente se encontra em grandes quantidades nas células epiteliais alveolares do pulmão, isso explica o modo como a doença se manifesta, pois afeta justamente o epitélio da mucosa do trato respiratório, inicialmente a cavidade nasal e faringe, para depois alcançar o trato respiratório inferior e a mucosa gastrointestinal (GOMES *et al.*, 2020). Logo a doença se torna grave ao lesionar os pulmões, com o paciente podendo ter a Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) e chegar a ter insuficiência respiratória; outros pacientes que não apresentam sintomas respiratórios exibem problemas em outros órgãos causando, por exemplo, lesão cardíaca aguda, insuficiência renal, diarreia e lesão hepática (GOMES *et al.*, 2020).

Mas a clínica é muito variada no caso da infecção pelo coronavírus, que pode se caracterizar como um simples resfriado e não causar uma pneumonia para muitos pacientes. Geralmente pessoas contaminadas desenvolvem sinais e sintomas de uma síndrome gripal, febre de 5 a 6 dias após a infecção, bem diferente comparada com a gripe que é de 1 a 3 dias após a infecção, e problemas respiratórios leves, com uma incubação média de 1 a 14 dias. Em crianças normalmente a doença é rara e leve, mas para os adultos as taxas de hospitalizações

umentam com a idade (LIMA, 2020). Os seguintes sintomas são característicos da COVID-19: febre, tosse, dispneia, mialgia, artralgia, calafrios, confusão mental, cefaleia, dor de garganta, rinorreia, dor torácica, diarreia, náuseas, vômitos e linfopenia. Pessoas com maior risco de desenvolver a fase grave da doença são as com mais de 60 anos de idade, que apresentem condições como: hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares, doença respiratória crônica e câncer (LIMA, 2020).

A transmissibilidade do SARS-CoV-2 é consideravelmente alta em relação ao SARS-CoV e a MERS-CoV, mas a doença pode se agravar desenvolvendo a Síndrome Respiratória Aguda Grave pela tempestade de citocinas que atinge, na sua grande maioria, os idosos e os imunocomprometidos, podendo causar coagulação intravascular disseminada com mortalidade alta nesses casos. É importante considerar nas aulas de Biologia que, apesar da gravidade causada pelos vírus citados acima, outras diferentes espécies de Coronavírus já circulavam a mais tempo que o SARS-Cov 2. Ou seja, muitos de nós já entramos em contato com algum tipo de coronavírus, pois existem espécies que já são conhecidas, são sazonais e causam um resfriado comum, tais como HCoV-229E, HCoV-NL63, HCoVOC43 e HCoV-HKU1 (CÂMARA *et al.*, 2021). Os coronavírus mais patogênicos (SARS-Co 1, MERS-CoV e SARS-CoV 2) possuem um ancestral comum circulando entre morcegos-ferraduras – *Rhinolophus affinis* (CÂMARA *et al.*, 2021), que também podem saltar para outros animais – que seriam hospedeiros intermediários – e depois para humanos, ou de morcegos para humanos diretamente, com os vírus se estabelecendo e causando epidemias ou pandemias (CÂMARA *et al.*, 2021). Em 1º de março de 2020 a China continental registrou 79.968 casos de COVID-19 e 2.873 mortes; após 2 meses de lockdown, este país começou a liberar algumas atividades, com as medidas sendo seguidas fielmente pelos cidadãos e, após muitas críticas, esta medida se mostrou a única forma de contenção do contágio da doença. No Brasil, em 3 de fevereiro de 2020 foi emitida a Portaria nº 188 do Ministério da Saúde, declarando Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional, com classificação de risco 3 para facilitar e agilizar as medidas necessárias para o combate à doença. O primeiro caso de COVID-19 surgiu em São Paulo no dia 26 de fevereiro, no início foram casos importados provenientes da China ou da Itália, mas em 30 dias já não se podia identificar a origem dos casos e rapidamente a transmissão passou a ser comunitária ou sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Segundo levantamentos das experiências internacionais,

[...] é possível projetar que cerca de 1% dos expostos ao SARS-CoV-2 serão assintomáticos e 80,9% dos expostos apresentarão manifestações clínicas leves. Este grupo tende a apresentar febre e/ou tosse não produtiva, dor de garganta, congestão nasal, mal-estar geral, cefaleia, mialgia, não requerendo

hospitalização. No limite, são pessoas que podem ser tratadas em casa e que em 12,5 dias, em média, estarão recuperadas. Entretanto, é sabido que cerca de 20,0% dos casos necessitarão de hospitalização, onde 5,0% deles necessitará de internação em unidade de terapia intensiva e 2,3% de ventilação mecânica. Neste sentido, compreende-se que o aumento da velocidade de progressão da curva é diretamente proporcional ao aumento das necessidades de internação em unidades de terapia intensiva em curto intervalo de tempo (RAFAEL RMR *et al.*, 2020).

I. 2. 1 Fisiopatologia da Covid-19

Como a divulgação da fisiopatologia da doença é comum nas redes sociais e toda a mídia, cabe aos professores ampliar o debate e evitar qualquer tipo de informação falsa. Daí a importância dessa seção, que aborda exatamente esses aspectos no contexto de uma doença que, por ser tão recente, ainda não se encontra descrita nos currículos e materiais escolares.

Na infecção pelo Sars-CoV-2, o período médio de incubação é de aproximadamente 4 a 5 dias antes do início dos sintomas, que podem ser leves ou evoluir para formas mais graves, tais como: dificuldade em respirar; dores musculares e articulares; dor de cabeça; tontura; diarreia; náusea; tosse com sangue. O pico viral é alcançado em 5 a 6 dias após os sintomas citados anteriormente, os casos graves evoluem para a Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), que se caracteriza por dificuldade em respirar e níveis baixos de oxigênio no sangue causada pela resposta inflamatória exacerbada, que tem como consequência as lesões irreversíveis nas vias aéreas (Tay MZ *et al.*, 2020) causadas pelo excesso de células de defesa (monócitos e neutrófilos) nos brônquios e da “tempestade de citocinas” devido a resposta imune humoral acentuada (Tay MZ *et al.*, 2020). Pode-se definir a doença, então, em 3 fases:

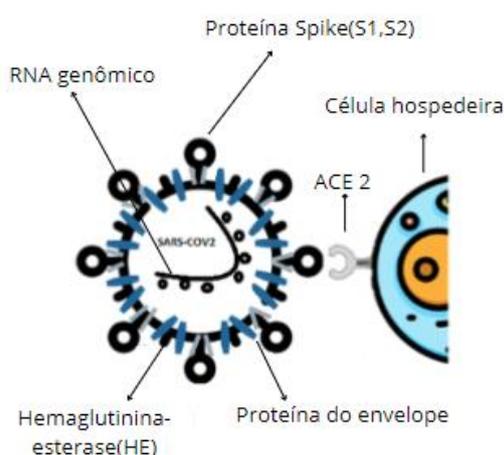
As fases da COVID-19 parecem estar relacionadas à intensidade da resposta imune. Quando existe resposta inflamatória adequada, os pacientes não progridem da fase I e ocorre a resolução da infecção. À medida que existe uma resposta imune exacerbada, a doença vai evoluindo para as fases II e III. A forma leve (fase I) geralmente se caracteriza pela presença de febre, tosse seca e fadiga. Outras manifestações são diarreia, mialgia, cefaleia, odinofagia, anosmia, ageusia e coriza. Já a forma grave (fase II) se caracteriza por dispneia, taquipneia, queda na saturação de oxigênio e infiltrado pulmonar ao raio X ou tomografia computadorizada de tórax. Os casos críticos (fase III) apresentam sinais de choque circulatório, falência respiratória e disfunção de múltiplos órgãos. Uma resposta imune modulada contra o SARS-CoV-2 parece ser fundamental para a resolução da COVID-19 (BRANDÃO *et al.*, 2020).

O organismo ao ser infectado por vírus estimula o Sistema Imune inato e adaptativo a iniciar a produção de citocinas, que são substâncias extracelulares produzidas por células do Sistema Imunológico, como linfócitos, macrófagos, monócitos e leucócitos. Ele afeta o

comportamento dessas células (TIZARD, 2009) da seguinte forma: o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) ativa neutrófilos, promove coagulação e atua no mecanismo da febre; já o interferon (IFN- γ) ativa macrófagos de destruição do patógeno e aumenta a liberação de citocinas (pró inflamatórias, pró-fibróticas e regulatórias da resposta imune) (BRANDÃO *et al.*, 2020). Portanto, os danos causados podem ser pela ação viral e pela resposta inflamatória agressiva causada pela resposta imune do próprio organismo. Esses são aspectos importantes que nós, professores, devemos nos apropriar e didatizar para fins escolares, ensinando-os na disciplina escolar Biologia por meio de uma linguagem adequada e clara para os estudantes.

A SDR que causa insuficiência respiratória é a causa da morte por COVID-19 em mais de 70 % dos casos fatais (Tay MZ *et al.*, 2020). Atualmente, existem três Coronavírus que causam preocupação – o SARS-CoV, o MERS-CoV e o SARS-CoV 2 –, uma vez que possuem genoma de RNA no sentido positivo e apresentam um envelope composto por uma bicamada lipídica e proteínas importantes na multiplicação viral: a glicoproteína S ou proteína Spike (SP). Esta se divide em quatro (4) diferentes regiões: domínio transmembranar, curto domínio citoplasmático, subunidades S1 (N-terminal) e a subunidade S2 (domínio C-terminal) (ALMEIDA *et al.*, 2020). O domínio S1 é responsável pela ligação com ECA-2 (Enzima conversora de Angiotensina 2) na superfície da célula hospedeira e o domínio S2 é responsável pela fusão da membrana e entrada do vírus (Figura:5)

Figura 5- Estrutura viral do SARS-CoV2

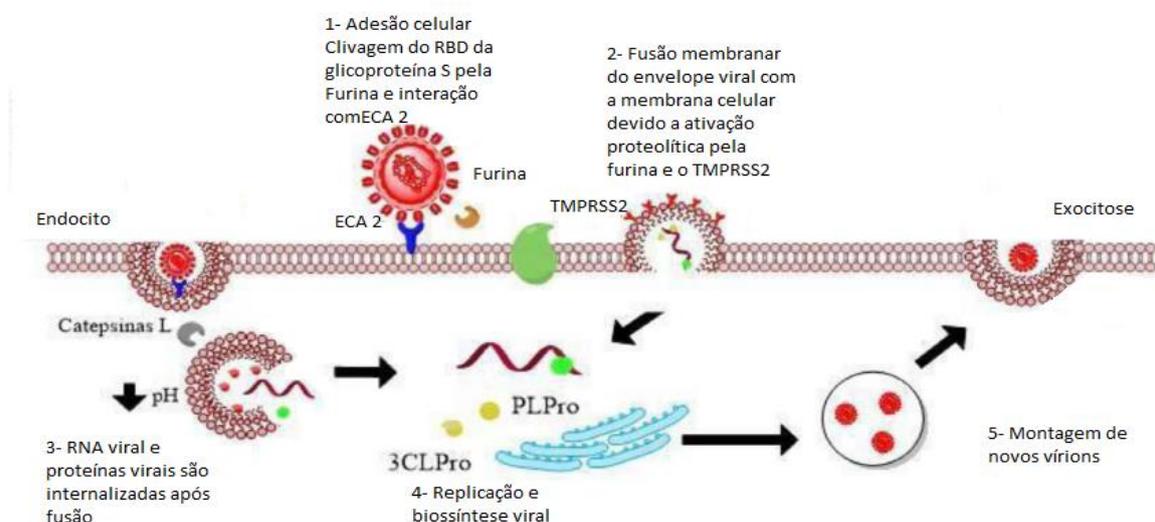


Como a glicoproteína S sofre variação conformacional, ela pode esconder ou expor o seu domínio de ligação com o receptor (RBD), o que permite ou não a interação com a ECA-2 (ALMEIDA *et al.*, 2020). O processo de infecção é iniciado quando o RBD, se liga ao ECA 2 na membrana da célula alvo (Figura:6). Há então a ativação proteolítica da furina e da serina protease celular TMPRSS2, ocorrendo uma fusão membranar (ALMEIDA *et al.*, 2020). As catepsinas lisossomais ativam a glicoproteína S na via de penetração endossomal, que só é ativada com a interação da furina com o ECA 2 (Figura 6). Essa ligação entre a glicoproteína S e o receptor ECA 2 é detectado pelo receptor Toll-like (ALMEIDA *et al.*, 2020) que está presente nos endossomos e leva à secreção de citocinas inflamatórias.

Bloquear o receptor ECA 2 ou a protease TMPRSS2 são caminhos para evitar a multiplicação do vírus e o profundo conhecimento da via endocítica do vírus Sar-CoV 2 fornece qual a melhor estratégia terapêutica para tratar as infecções por SARS-CoV 2.

Estruturalmente, a enzima ECA 2 é um homólogo da ECA, com a primeira promovendo a vasodilatação e baixando a pressão e a segunda fazendo vasoconstrição e aumentando a pressão arterial. É assim que o Sistema Renina-angiotensina é regulado, mas o SARS-CoV 2 infecta a célula hospedeira por meio da utilização da protease TMPRSS2 e do receptor ECA 2, provocando um desequilíbrio entre ECA/ECA 2 no organismo (Tay MZ *et al.*, 2020). O ECA 2 é uma carboxipeptidase capaz de converter a Angiotensina 2 em Angiotensina 1-7, mas como o vírus se liga ao receptor ECA 2, a conversão não ocorre e uma série de complicações cardiovasculares e pró-inflamatórias passam a ocorrer (BRANDÃO *et al.*, 2020).

Figura 6 - Etapas de infecção viral pelo SARS-CoV2



Fonte - adaptado de Almeida *et al.* (2020).

Como as células epiteliais das vias aéreas, dos alvéolos pulmonares, os pneumócitos tipo II, as células do coração, rins, trato gastrointestinal, fígado, bexiga e dos endotélios vasculares e macrófagos do pulmão apresentam o receptor ECA 2 (BRANDÃO *et al.*, 2020), esses órgãos são muito atacados e são os alvos principais na infecção viral.

O processo de multiplicação viral e consequente liberação de vírus pela célula hospedeira é a consequência direta para, em seguida, haver morte celular programada, que é chamada de piroptose (Tay MZ *et al.*, 2020). Esta desencadeia a liberação de citocinas e quimiocinas pró-inflamatórias. A IL-6, IP-10, proteína inflamatória de macrófago 1 α (MIP1 α), MIP1 β e MCP1 atraem monócitos, macrófagos e células T, que também produzem IFN γ para o local da infecção, aumentando a inflamação e ocorrendo o acúmulo de citocinas e células do sistema imune. Como o vírus reduz a função do ECA 2, há uma alteração do sistema RAS afetando a pressão arterial, causando desequilíbrio hidroeletrólítico e aumento da permeabilidade vascular das vias aéreas (Tay MZ *et al.*, 2020).

A compreensão dos mecanismos anteriores torna-se importante no entendimento de como os nossos mecanismos de defesa atuam na relação com a gravidade da doença. Um dos fatores mais impactantes da mesma é o desconforto respiratório causado pelas lesões pulmonares graves, que estão relacionadas à resposta imunológica humoral dos anticorpos. Com o objetivo de combater a glicoproteína S, ocorre alta concentração de quimiocinas MCP-1 e IL-8, o que cria um ciclo de liberação de mediadores inflamatórios, causando lise celular, extravasamento de conteúdo intracelular e consequente acúmulo de exsudato pulmonar e edema pulmonar e tecido fibroso. A capacidade de absorção de oxigênio diminui e o paciente tem falta de ar, caracterizando a SRAG, ou seja, a Síndrome Respiratória Aguda Grave. (ALMEIDA *et al.*, 2020). A glicoproteína S viral se liga ao receptor de membrana ECA 2, que faz parte do Sistema renina-angiotensina (RAS), sendo responsável pela conversão da angiotensina II-vasoconstritora em angiotensina 1-7-vasodilatadora e anti inflamatória, causando um desequilíbrio na homeostasia cardiovascular e perda de sensibilidade de barorreceptores, que controlam a frequência cardíaca e a pressão arterial; dessa maneira, o paciente tem aumento da pressão arterial, retenção de sódio e aumento do volume sanguíneo (ALMEIDA *et al.*, 2020). Logo, o desequilíbrio do RAS causado pela infecção do SARS-Cov-2 e a resposta citotóxica causa hipertensão sistêmica, arritmias cardíacas, formação de trombos e aumento de síndromes coronarianas. Os processos inflamatórios causados pelo acúmulo da angiotensina II nos rins comprometem a filtração renal, havendo um acúmulo de substâncias tóxicas, sendo necessário a hemodiálise do paciente para evitar o óbito (ALMEIDA *et al.*, 2020). Dores de cabeça, tontura e mialgia estão mais relacionados com as complicações cardiovasculares e respiratórias da

infecção por COVID-19 citadas acima, já os sintomas como a falta de paladar (disgeusia) e de olfato (anosmia) também são característicos da doença e revelam a infecção de células nervosas pelo vírus, sendo provável a hipótese que a partir da infecção nasal, o vírus invada as células da mucosa e, em seguida, os neurônios olfativos, além dos neurônios do sistema nervoso entérico, pois também há um aumento do peristaltismo entérico (ALMEIDA *et al.*, 2020).

I. 3 Sobre as vacinas

I. 3. 1 A emergência do nome vacina

No século XVIII, em 1796, a primeira vacina criada foi a da Varíola pelo médico Edward Jenner, ainda que, no século X já existisse na China um método chamado de variolação por meio do qual se transformavam cascas de ferida de varíola em um pó contendo o vírus inativo e espalhavam na pele das pessoas³. Edward Jenner observou que moradores que haviam contraído a “Cowpox” (varíola bovina) não ficavam doentes com a varíola humana; ele então aplicou uma pequena dose da varíola bovina em um menino de oito anos, que teve uma forma branda e se recuperou, e, em seguida, injetou no menino o líquido de uma pústula de varíola humana e ele não adquiriu a varíola humana (Figura 7). A similaridade da estrutura do vírus “Cowpox” com o da varíola humana provocava a fabricação de anticorpos que poderiam combater a varíola humana, haveria então menor risco, pois na variolização e na inoculação aplicava-se o vírus da varíola humana *in natura*, ou seja, o vírus não estava atenuado, podendo então o paciente desenvolver a forma grave da varíola (FERNANDES, 2003).

Figura 7: Edward Jenner inoculação contra a varíola o seu 1º paciente, 14 de maio de 1796.

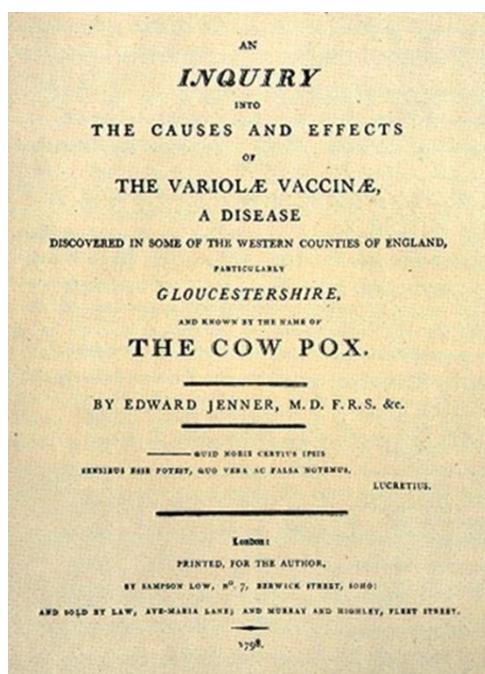


Fonte: <https://www.medicina.ulisboa.pt/newsfmul-artigo/106/descoberta-das-vacinas-e-vacinacao>

³ Imunização, uma descoberta da ciência que vem salvando vidas desde o século XVIII, publicado em: 10/06/2021, Instituto Butantan. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/imunizacao-uma-descoberta-da-ciencia-que-vem-salvando-vidas-desde-o-seculo-xviii>

Em 1798, Jenner publicou a sua pesquisa no livro “An Inquiriy into the Causes and Effects of the Variolae Vaccinae, a Disease Known by the Name of Cow Pox” (Figura 7), mas o reconhecimento do cientista ocorreu apenas após médicos de outros países obterem resultados positivos, quando ele passou a ficar conhecido como o inventor da vacina.⁴ Aliás, o termo vacina tem sua origem no termo em latim *vaccinus*, que designa vaca³. Ou seja, muito antes de se conhecer os vírus e as bactérias, entendia-se que o organismo tinha condições de produzir suas defesas. Foi nesse contexto que Jenner propôs a produção de uma vacina (Figura 8).

Figura 8 - Obra de Edward Jenner, 1798



Fonte: <https://www.medicina.ulisboa.pt/newsfmul-artigo/106/descoberta-das-vacinas-e-vacinacao>"

A partir de então, o maior desafio dos programas de prevenção a doenças seria a completa imunização da população contra a varíola humana, que causou uma enorme quantidade de mortos pelo mundo, sendo inclusive uma quantidade maior do que a Gripe de 1918. A doença infectocontagiosa exclusiva de humanos era causada por um vírus chamado de *Orthopoxvirus variolae*. Na época da Guerra Fria, em 1960, houve até uma trégua entre os Estados Unidos e a União Soviética, que se uniram no combate à doença por meio da imunização. A primeira campanha de erradicação da varíola foi em 1959, mas esta não obteve sucesso por falta de vacinas. Posteriormente, em 1965, a OMS se reorganizou e lançou nova

⁴ -Edward Jenner nasceu na localidade inglesa de Berkeley, em 17 de maio de 1749. Com apenas treze anos de idade já ajudava um cirurgião em Bristol. Disponível em: <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html>

campanha em 1967. Nesta, a maior preocupação era com a varíola *major*, com um índice alto de letalidade de 30%, enquanto a varíola *minor* ou *alastrin* alcançava 1% de letalidade.⁵

A maior dificuldade enfrentada no Brasil era manter os frascos de vacinas em temperaturas baixas, um problema que foi resolvido quando cientistas da antiga União Soviética criaram o processo de liofilização⁶ da vacina, isto é, a secagem e drenagem do imunizante, possibilitando o seu transporte sem refrigeração, bastando diluir na hora da aplicação. Outro fator importante atribuído a união no combate à doença foi a agulha bifurcada em forma de um pequeno garfo (Figura 9), isto é, com duas pontas em vez de uma, e por pressão hidrostática uma pequena gota passou a ficar na agulha, facilitando a aplicação da vacina.

Figura 9 - fotografia de uma agulha bifurcada ampliada⁷



Fonte:

<http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/1707-objeto-em-foco-lanceta-bifurcada>"

Outros novos materiais enviados pela OMS também passaram a facilitar a vacinação, como as pistolas que funcionavam com um mecanismo de ar comprimido e que, quando acionadas por um pedal, proporcionavam uma poderosa fonte de pressão, que dispensava o uso de agulha, com a administração percutânea da vacina se dando através de um fluxo de alta pressão (Figura 9). Este equipamento foi inventado pelos médicos Aaro Ismach e Chester Eppley, do Laboratório de Desenvolvimento de Equipamentos Medicinais do Exército dos EUA, em 1950, possuindo um bico especial para inoculações intradérmicas; ele sofreu

⁵ - Revista da Vacina, Ministério da Saúde, Centro Cultural da Saúde, disponível em: <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html>

⁶ - Revista da Vacina, Ministério da Saúde, Centro Cultural da Saúde, disponível em: <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html>

⁷ A fotografia mostra uma agulha bifurcada ampliada. A solução da vacina antivariólica pode ser vista presa à ponta da agulha, pronta para ser administrada. Foto: James Gathany /CDC/2002

inovações em 1963, com a inclusão do acionamento pneumático conhecido popularmente como “Ped-O-Jet”⁸(Figura:10), tendo como principal meta a agilidade da vacinação em massa. Vale ressaltar que todos esses esforços ocorreram pelo fato de a varíola ser uma doença infecciosa muito grave.

Figura 10- Injetor a jato-pistola de vacinação.



Fonte: “<http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/1498-objeto-em-foco-pistola-de-vacinacao>”

Antes da vacinação, a população contraía a varíola por meio de uma transmissão de pessoa a pessoa por meio das vias aéreas. O vírus ficava, então, incubado por 17 dias, se estabelecendo na garganta e nas fossas nasais, causando febre alta, dores de cabeça e costas, com o aparecimento, em seguida, das erupções purulentas, havendo risco de cegueira e com a forma *major* deixando cicatrizes permanentes na pele. No Brasil, com o sucesso das campanhas de vacinação nos anos de 1970, a varíola foi praticamente erradicada; em 1977, já não havia mais nenhum caso no Brasil e, em 1980, a OMS declarou que o mundo estava livre da varíola. Todo esse movimento inspirou outras campanhas de imunização no país, tal como a poliomielite. O programa Nacional de Imunização (PNI) foi criado, então, em 1973 (TEMPORÃO, 2003). Afinal, superando diversas dificuldades, a erradicação da varíola no Brasil foi o efeito de um importante trabalho em equipe ocorrido no final da década de 1960, segundo registros na *Revista de Manguinhos n°8, seção: Fio da História de outubro de 2005*, da Fundação Oswaldo Cruz:

Em 1967, seguindo a determinação da OMS, a Fiocruz começou a preparar-se para a erradicação da varíola. Em um primeiro momento, organizou-se em três frentes de trabalho: a primeira, responsável pelo diagnóstico em laboratório dos casos suspeitos; a segunda, formada por epidemiologistas, que investigavam surtos, ocorrências e a

⁸ Objeto em foco, produto de divulgação do acervo museológico. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/1498-objeto-em-foco-pistola-de-vacinacao>, acesso em: 26 mai 2022.

distribuição da doença; a terceira, encarregada da fabricação da vacina. “O grupo que formamos foi treinado pela Opas em 1968, em São Paulo, e durou até a erradicação no Brasil, em meados de 1977”, lembra o virologista Schatzmayr (ULTIMOS DIAS DA VARÍOLA, seção Fio da História p.2, out.2005).

I. 3. 2 Estratégias de Vacinação

Como já anteriormente mencionado, em 1980, após várias certificações, a OMS declarou extinta a varíola. Daí para a frente, uma onda de investimentos no controle de doenças infecciosas preveníveis com vacinas teve início e, em 1981, com o apoio da UNICEF, a OMS lança o Programa Expandido de Imunização, com o objetivo de imunizar 80% das crianças do mundo com as seguintes vacinas: difteria; pertussis; poliomielite; sarampo; tétano. Em janeiro de 2000, foi criada a Aliança Global para Vacinas e Imunização (Gavi) e, com o Fundo para Vacinas, ambos levantaram recursos a nível internacional para a aplicação das mesmas. Na ocasião, havia um baixo interesse na fabricação de vacinas pelas indústrias farmacêuticas devido a fatores como a labilidade dos produtos, o risco da responsabilidade por reações adversas, o alto custo de desenvolvimento e uma grande dificuldade de compra por parte dos países em desenvolvimento. Não se levava em conta, portanto, que a relação custo-benefício na prevenção de doenças com a utilização de vacinas é muito mais favorável do que o custo com o tratamento de pacientes doentes. Posteriormente, com a compreensão desse aspecto, o Brasil se tornou um exemplo mundial na capacidade de organizar campanhas de imunização em nível nacional (SCHATZMAYR, 2003). Nesse contexto, o Programa Nacional de Imunização (PNI) ampliou a demanda por vacinas, tendo em vista o sucesso das campanhas e a expansão do mercado consumidor de vacinas no país (TEMPORÃO, 2003).

I. 3. 3 Como as vacinas agem no nosso organismo

Vacinas são substâncias ou preparações que induzem uma resposta do sistema imunológico, conferindo resistência a uma doença infecciosa ou tumoral, causando um estado de imunidade contra um agente causador de doenças. O objetivo das vacinas é, então, o desenvolvimento da imunidade do indivíduo, podendo conter um ou mais antígenos, que são administrados conjuntamente com adjuvantes (VILANOVA, 2020). Estes amplificam as respostas imunológicas, aumentando a eficácia das mesmas. Por exemplo, o uso de sais de alumínio, hidróxido ou fosfato faz com que as proteínas vacinais se unam ionicamemente com esses sais, formando uma suspensão e fazendo com que, aos poucos, os vírus sejam liberados lentamente do organismo, aumentando a resposta humoral de anticorpos. Há também o uso de uma espécie de emulsão de água e óleo chamada MF59 para o vírus Influenza

(SCHATZMAYR, 2003), ou uma emulsão de óleo em água (contendo esqualeno ou vitamina E), que é mais usado em humanos (VILANOVA, 2020).

O sistema imunológico combate agentes infecciosos com seus anticorpos produzidos a partir dos linfócitos B, ou através de mecanismos celulares, os leucócitos: macrófagos, neutrófilos ou as células dendríticas fagocitam agentes patogênicos; linfócitos T citotóxicos ou células NK (Natural Killer) provocam a lise de células infectadas; linfócitos T auxiliares contribuem para a estimulação e especialização funcional de células fagocíticas, citotóxicas e produtoras de anticorpos. A resposta humoral relativa à produção de anticorpos indica o combate a agentes infecciosos que apresentam um crescimento extracelular, enquanto a resposta imunológica do tipo celular compreende a defesa de agentes infecciosos intracelulares, como os vírus que crescem no interior de células hospedeiras (VILANOVA, 2020).

Nosso organismo apresenta um sistema imunológico que pode ser dividido em: imunidade inata (natural) e a imunidade adquirida. A imunidade inata (natural) é a primeira linha de defesa contra microrganismos, que está presente antes da exposição aos mesmos; são barreiras epiteliais, leucócitos, neutrófilos, macrófagos, células NK (Natural Killer), certas proteínas (ex. cascata do complemento e interferons), proteínas de fase aguda (citocinas e quimiocinas), linfócitos com receptores de antígenos invariáveis e mastócitos. A imunidade inata não é aumentada após a exposição ao organismo contrária à imunidade adquirida, que se caracteriza por uma memória de longa duração (LEVINSON, 2010). Ela desempenha duas funções: a morte de micróbios invasores; a ativação de processos imunes adquiridos (adaptativos) detecta receptores de reconhecimento de padrão associados à agentes patogênicos, que está ausente nas células humanas. O ramo inato não apresenta um receptor altamente específico, mas é capaz de distinguir entre exógeno e próprio, o tipo de resposta vai depender de quais citocinas são produzidas por macrófagos, estando relacionado com o tipo de receptor de reconhecimento de padrão que será ativado.

Exemplos destes receptores são os da família Toll-like ou algumas lectinas do tipo C; logo, é um primeiro alerta ao sistema imunológico sendo rápida, mas pouco específica, tentando conter a infecção até que entrem em ação os mecanismos específicos de defesa pelos linfócitos T e B, que podem levar semanas para a conclusão de suas funções. Os macrófagos e as células dendríticas, assim como outras células apresentadoras de antígeno, desempenham um papel fundamental, pois, além de fagocitarem microrganismos, apresentam antígenos aos linfócitos T auxiliares, ativando o ramo da imunidade adquirida. Afinal, é somente após a atuação inicial do ramo inato no reconhecimento que o ramo adquirido pode ser ativado (LEVINSON, 2010). As células B reconhecem os antígenos através dos anticorpos (imunoglobulinas), podendo ser

secretados ou estar presentes na superfície das células. Já os linfócitos T apresentam receptores de superfície, que reconhecem os antígenos quando estes são apresentados ligados às moléculas do Complexo de Histocompatibilidade; as células dendríticas, os macrófagos ou as células B são conhecidas como as principais na apresentação desses antígenos. Existem duas populações principais de células T: as células T CD4+ e as células T CD8+, essas últimas com função citotóxica, induzindo a morte das células infectadas, enquanto as primeiras auxiliam a resposta celular. Portanto, a geração e a manutenção da memória imunológica específica são de responsabilidade dos linfócitos T e B (VILANOVA, 2020).

As vacinas que induzem a resposta imunológica ativa são as que contêm vírus vivos, cuja patogenicidade foi atenuada, ou aquelas que possuem vírus mortos ou vacinas de subunidades com características semelhantes à de vírus mortos, pois não há replicação viral. Esse tipo de vacina que utiliza antígenos constituintes do microrganismo ou toxinas liberadas por eles, mas inativadas, são mais seguras; porém, como são menos potentes na indução da resposta imunológica, necessitam da adição de adjuvantes e de imunizações repetitivas (reforço). Já as vacinas vivas apresentam vantagens como a multiplicação no hospedeiro, produzindo um estímulo antigênico prolongado, e tanto IgA quanto IgG são produzidas, a proteção é mais duradoura. As vacinas mortas não ativam uma intensa resposta de IgA, principalmente por via muscular, e não provocam uma resposta de células T citotóxicas, já que o vírus presente na vacina não se replica. Em contrapartida, as vacinas vivas são compostas por vírus mutantes atenuados, que apresentam a capacidade de reverter a virulência durante a produção da vacina ou após a inoculação no indivíduo. E mesmo não sofrendo reversão, o vírus atenuado ainda pode ser patogênico em um hospedeiro com imunidade reduzida, assim esses tipos de vacinas não devem ser administrados em mulheres grávidas, uma vez que o feto pode ser infectado, e nem em indivíduos imunocomprometidos (LEVINSON, 2010). Além disso, o processo de transporte de vacinas vivas que não podem ser liofilizadas deve ser bem criterioso, uma vez que a vacina corre o risco de deterioração durante o transporte e a armazenagem (SCHATZMAYR, 2003).

I. 3. 4 Vacinas contra a Covid-19: transformações de paradigmas

Com o início da pandemia do novo Coronavírus, toda a sociedade acompanhou com ansiedade os inúmeros passos da construção de vacinas e a compreensão das etapas dos ensaios pré-clínicos e clínicos, que sofreram mudanças consideráveis em relação à trajetória tradicional na liberação de vacinas. Afinal, antes essas etapas poderiam levar quase dez anos; nesse novo contexto, paradigmas foram rompidos, como a capacidade de produção em larga escala. Em

torno de 175 equipes de pesquisa no planeta estudaram plataformas de vacinas com projetos de fontes públicas e privadas. Segundo LIMA *et al.* (2021, p.22), são essas as etapas:

O processo de produção vacinal segue as fases de um estudo clínico, com etapas pré-clínicas, realizadas em laboratórios, em geral, em modelos animais, objetivando avaliação de dose e toxicidade nesta população. Os ensaios clínicos, em humanos, são divididos em três etapas. Os estudos de fase 1 visam avaliar a segurança do produto, enquanto os de fase 2 avaliam segurança, dose e frequência de administração, bem como sua imunogenicidade. Os de fase 3 têm como desfecho principal a avaliação de eficácia do produto, através de ensaios clínicos controlados, randomizados, envolvendo milhares de voluntários. Após a publicação científica desses dados, a vacina candidata é submetida à avaliação pelas agências reguladoras para posterior produção e distribuição. Por fim, os estudos de fase 4, ou de pós-licenciamento, estimam os efeitos e eventos adversos após a utilização da vacina em larga escala na população alvo. Cada etapa deste processo dura em média vários meses a anos.

De fato, já existiam plataformas para o desenvolvimento de vacinas contra o vírus SARS-Cov1 e o MERS-CoV, identificados em 2003 e 2012, que facilitaram a produção vacinal no combate ao SARS-CoV 2, mas foi evidente todos os esforços científicos e a união para o sucesso da vacinação contra a o novo Coronavírus. O alvo da vacinação é a neutralização do domínio de ligação do vírus às células do hospedeiro, induzindo anticorpos neutralizantes contra a região RBD (domínio da ligação do vírus) da proteína Spike S e bloqueando a ligação do vírus pelo receptor ACE 2 (Enzima Conversora de Angiotensina 2) do hospedeiro, essa é a porta de entrada para o vírus (VILANOVA, 2020).

Uma vacina com vetores virais, os Adenovírus não replicantes, que são os principais vetores utilizados, foi desenvolvida pela Universidade de Oxford, na Inglaterra, em parceria com o laboratório AstraZeneca. O vetor é um adenovírus de chimpanzé, que é manipulado geneticamente para que ele não possa mais se replicar e para inserir o gene da proteína da espícula, a proteína Spike. Os vetores adenovírus são reconhecidos por nossas células, que desencadeiam a resposta imunológica específica para a proteína S, gerando anticorpos e outras células do Sistema Imune, com aplicação em duas doses em um intervalo de 4 a 12 semanas. Também o laboratório americano Johnson & Johnson também desenvolveu a vacina com vetores virais, assim como o laboratório Chinês CanSino e o Instituto Gamaleya, em Moscou, com o desenvolvimento da Sputnik V (LIMA *et al.*, 2021).

A vacina de RNA mensageiro tem como objetivo criar anticorpos contra o vírus, mas esse imunizante ensina as células a sintetizarem uma proteína que estimula a resposta imunológica, uma vez que carrega uma parte do código genético do vírus que contém as instruções necessárias para a produção da proteína específica do agente que se quer imunizar, ou seja, o RNA mensageiro codificante da proteína S, encapsulado em uma nanopartícula

lipídica, como imunógeno. Uma vez produzida, ela é exposta ao sistema imunológico, que reconhece essas estruturas como ‘estranhas’, e ativa as células de defesa para agirem contra ela (LIMA *et al.*, 2021). A vacina de RNA mensageiro pode ser produzida em grande escala, mas a desvantagem é que ela necessita de conservação em congelamento para evitar a degradação. Tanto o laboratório americano Moderna como laboratório da Pfizer, em parceria com a empresa de biotecnologia alemã BioNTech, desenvolveram vacinas baseada em RNA mensageiro (LIMA *et al.*, 2021). Essa tecnologia oferece muitas vantagens como: as vacinas são desenvolvidas rapidamente, pois utilizam apenas o código genético do vírus; sendo a produção de forma sintética, a sequência de RNA pode ser modificada com facilidade, sendo mais fácil o combate às variantes; elas provocam uma grande quantidade de anticorpos neutralizantes nos indivíduos⁹. As vacinas proteicas são as clássicas, isto é, que utilizam proteínas virais estruturais e não estruturais, baseadas em fragmentos do vírus, como a proteína S (Spike). As células apresentadoras de antígeno reconhecem a substância, a destroem em seu interior e a levam até a superfície; os linfócitos T auxiliares detectam a proteína estranha e recrutam os linfócitos B; segue a produção de anticorpos específicos que neutralizarão o vírus, enquanto outras células de defesa chamadas linfócitos T citotóxicos reconhecem e destroem qualquer proteína que exiba as partículas virais. O laboratório Novavax, assim como os laboratório Sanofi Pasteur (França) e o GlaxoSmithKline (GSK Reino Unido), utilizam uma versão recombinante da proteína S desenvolvida de nanopartículas e associada a um adjuvante (LIMA *et al.*, 2021).

É relevante destacar que, em todo esse movimento, os aspectos éticos relacionados às pesquisas clínicas foram considerados, o que nos indica ser possível, com os investimentos adequados, encurtar o tempo de observação e seguimento desses estudos. Uma das maiores agências reguladoras em saúde, a Food and Drug Administration (FDA), declarou que, para a aprovação de uma vacina, é imprescindível a comprovação de redução da ocorrência e gravidade da doença em pelo menos 50% dos pacientes (LIMA *et al.*, 2021); outras linhas defendem a aprovação apenas nos níveis de anticorpos e não em dados clínicos. Movimentos populares e políticos também pressionaram pela liberação de substâncias não aprovadas. Ainda assim, mesmo com parte da população desenvolvendo a forma grave da doença, não se pode menosprezar a importância dos estudos com segurança. A verdade é que a vacinação contra a Covid-19 impediu o aumento do número de mortos pela doença; afinal, ao receber a vacina, o indivíduo tem mais chance de não desenvolver a forma mais grave da doença, com uma

⁹<https://www.pfizer.com.br/noticias/ultimas-noticias/vacina-de-rna-mensageiro#:~:text=As%20vacinas%20de%20RNA%20mensageiro,que%20amea%C3%A7a%20a%20sa%C3%BAde%20humana.>

previsão futura de que a Covid-19 se transformará em uma infecção assintomática ou um resfriado, ainda que o vírus SARS-CoV 2 não vá desaparecer e ainda poderá ocasionar casos pontuais de infecções graves em pessoas vulneráveis e algumas formas serão inevitáveis. Atualmente, visando a combater o vírus logo assim que entre pelo organismo, vacinas na forma de spray nasal¹⁰ estão sendo desenvolvidas; nesse caso, o vírus seria bloqueado por anticorpos (imunoglobulinas A e G) antes mesmo de entrar no organismo.

¹⁰ Vacina nasal contra a Covid-19. Revista Fapesp ed.315, maio 2022
<https://revistapesquisa.fapesp.br/vacina-nasal-contr-a-covid-19/>

CAPÍTULO II

Covid19: elementos da História para pensar o Ensino

II. 1 Fatores Históricos e Sociais determinantes na evolução da Pandemia

No dia onze de março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) decretou oficialmente uma Pandemia causada pelo Novo Coronavírus, o que ocorreu três meses após a doença aparecer na China. Desde o início da Pandemia, muitas concepções foram revistas e conhecimentos adquiridos: o uso de máscaras, o conceito de variantes e vacinas de RNA mensageiro até os comportamentos de higiene e o entendimento sobre espaços fechados, pois os vírus transportados pelo ar são emitidos durante a fala, o canto ou a respiração. Dessa maneira, todo tipo de ambiente aglomerado passou a ser de grande risco para a doença e o mundo ficou mais atento e vigilante com relação a higiene pessoal, da casa e dos ambientes. Tivemos que aprender a trabalhar em casa, o ensino e o trabalho remoto fizeram parte da vida da maioria das pessoas e as desigualdades com relação ao acesso ao ensino chamou a atenção.

Logo no início da Pandemia, os pacientes graves necessitavam de respiradores artificiais e toda assistência de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI), pois, como citado no capítulo anterior, o comprometimento respiratório e cardíaco em pacientes graves era inevitável. Assim, impedir um colapso no atendimento à população por falta de leitos de UTI determinaria o sucesso ou o fracasso no combate à doença, pois a corrida científica para produção da vacina estava apenas começando no início do ano de 2020. Além disso,

(...) a experiência internacional tem demonstrado três grandes estratégias para a contenção desta curva e a ampliação da capacidade assistencial dos casos positivos. São eles: 1. ampliação da testagem dos casos suspeitos com entrega rápida dos resultados; 2. identificação dos comunicantes da doença com ulterior e imediato isolamento domiciliar; 3. investimentos voltados à proteção dos profissionais de saúde; além do deslocamento de profissionais voltados à assistência, ao monitoramento e à implementação de estratégias de controle comunitário (RAFAEL RMR *et al.* p.3, 2020).

Para evitar o contágio se faz também obrigatória a adoção de etiqueta respiratória, que é o uso de máscara para todos os cidadãos, higienização das mãos sempre, medidas progressivas de distanciamento social, fechamento de escolas e universidades, proibição de eventos com aglomeração, restrição de viagem e transportes públicos, apelo à população para permanecer em casa até a completa proibição da circulação nas ruas, apenas permitindo a saída para compra de alimentos, medicamentos e assistência médica. Os países que adotaram esse protocolo de uma maneira bem rígida – como a China, Taiwan, Hong Kong e Nova Zelândia – conseguiram impedir o crescente número de contaminações e mortes pela COVID-19. Contudo, outros países

da Europa, assim como o Brasil e os EUA, optaram por ignorar todo o aprendizado obtido por meio, inclusive, da História da Ciência, e se recusaram a seguir as recomendações da OMS. Na Itália, por exemplo, mais especificamente na cidade de Bérghamo, que concentra um dos pólos industriais mais importantes do país, os empresários industriais pressionaram todas as instituições para evitar o fechamento das fábricas e a perda de dinheiro, com a realização de campanhas contra o fechamento de fábricas. Logo,

Sem nenhum remorso, no dia 28 de fevereiro, em plena emergência por causa do coronavírus (que em 5 dias tinha atingido 110 infectados na região, saindo totalmente de controle), a Confindustria, associação de empresários industriais italianos, deu início a uma campanha nas redes com a hashtag #YesWeWork (“Sim, nós trabalhamos”). O presidente da Confindustria da Lombardia, Marco Bonometti, declarou à mídia: “Precisamos abaixar o tom, fazer a opinião pública entender que a situação está sendo normalizada, que as pessoas podem voltar a viver como antes”. No mesmo dia, a Confindustria Bergamo lançou sua própria campanha direcionada aos investidores estrangeiros para convencê-los de que ali não estava acontecendo nada e que não fechariam nem de brincadeira. O slogan não deixava dúvidas: “Bergamo non si ferma/Bergamo is running” (Bérghamo não pára). (ALBA SIBERO, Revista Contexto, 15 abril de 2020).

O resultado de muita resistência em decretar o isolamento social foi a imagem de comboios de caminhões do exército na cidade de Bérghamo (Figura 11), em março de 2020, levando corpos para serem incinerados em cidades vizinhas. A imagem abalou o mundo e, a partir daí, vários países decretaram o fechamento ou ‘lockdown’, inclusive o Brasil.

Figura 11 - Comboio Militar com corpos de vítimas do Coronavírus em Bérghamo, na madrugada de 18/03/2020.



Fonte: ANSA- Bernd Riegert,2020

Segundo a ANSA (Agência Italiana de Notícias), após o ano de 2020, o Instituto de Estatística da Itália (IsTat) contabilizou um número de mortes maior do que o da época da Segunda Guerra Mundial, com o Novo Coronavírus causando um grande impacto na Itália, assim como em muitos outros países. No Brasil, logo no início da Pandemia – isto é, em março de 2020 –, as escolas e universidades fecharam, com as medidas não farmacêuticas de controle da doença sendo paulatinamente decretadas: a utilização de máscaras tanto em ambientes fechados como abertos (Figura 12), uso de álcool gel 70%, proibição de aglomerações de qualquer tipo, como festas, teatros, cinemas, shows e restaurantes.

Figura 12- Uso de máscara obrigatório em ambientes abertos e fechados

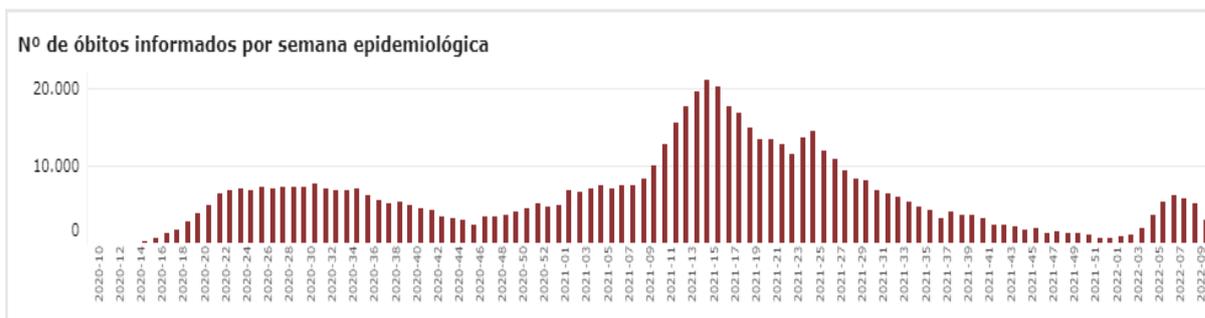


Fonte: Wilton Junior/ Estadão Conteúdo - 23.04.2020 ¹¹

O ensino remoto foi estabelecido tanto na educação básica quanto no ensino superior, e os serviços delivery e as compras on-line aumentaram muito desde o primeiro ‘lockdown’, que foi estabelecido para não sobrecarregar os sistemas de saúde que não estavam preparados para receber grande quantidade de pacientes com Covid-19. Então, naquele momento, o índice de mortes por Covid-19 permaneceu baixo (Figura 13), mas após a vigésima semana o índice de mortos aumentou e se manteve durante todo ano de 2020. O total de mortes em 2020 no mundo, segundo a OMS, foi de 1,9 milhões, e o Brasil ficou em 194.976 mortes.

¹¹ <https://noticias.r7.com/saude/brasil-adota-uso-de-mascaras-como-politica-de-saude-publica-27042020>

Figura 13 - Índice de mortes por Covid-19 no Brasil



Fonte: <https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/>

Em 2021, o número de óbitos subiu assustadoramente, aspecto evidenciado no gráfico da Figura 12. Segundo o CONASS, a pior fase da doença no Brasil foi na segunda quinzena de março de 2021, com 23.287 óbitos e o Brasil chegando a ser o epicentro da pandemia global. O primeiro país a dar início a vacinação foi a Inglaterra – o que ocorreu em 08 de dezembro de 2020 –; já o Brasil iniciou a vacinação contra Covid-19 em 17 de janeiro de 2021, com esse marco sendo registrado em São Paulo. Na ocasião, a enfermeira Mônica Calazans (Figura 14), do Hospital das Clínicas de São Paulo, foi a primeira brasileira a ser vacinada, uma profissional da saúde com diabetes, hipertensão e obesidade, fatores de risco para a doença.

Figura 14 - Intensivista Mônica Calazans



Fonte: Reprodução /CNN ¹²

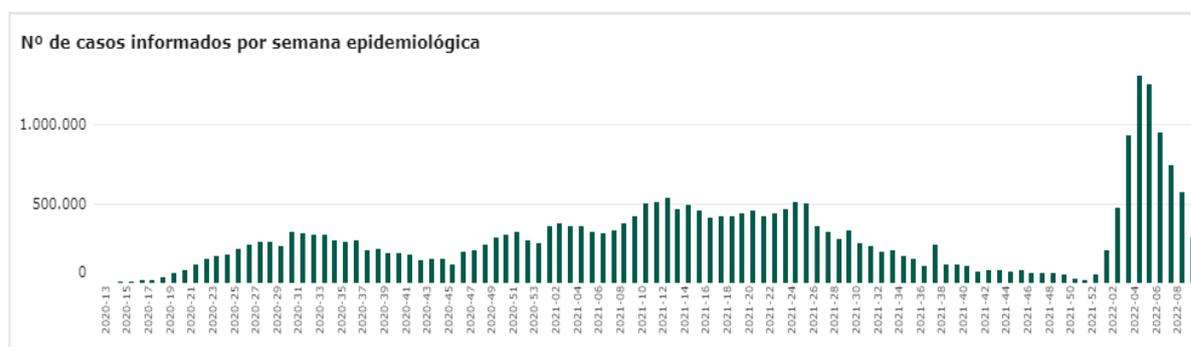
¹² Brasil. <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/primeira-pessoa-e-vacinada-contracovid-19-no-brasil/> primeira brasileira vacinada no Brasil (17 jan.2021)

Como a vacinação ocorreu lentamente e a disseminação do vírus seria inevitável, novas variantes surgiram ao longo do tempo, tornando o controle da Pandemia ainda mais complexo. A OMS, que veio acompanhando a evolução do SARS-CoV-2 no mundo, avaliou as variantes por meio de fatores como a transmissibilidade, a virulência, as alterações fenotípicas e a propagação, classificando-as da seguinte forma:

[...] as variantes circulantes globalmente em variantes de preocupação (VOC, do inglês, *variant of concern*) e variantes de interesse em saúde pública (VOI, do inglês *variant of interest*). Foram classificadas no grupo das VOC as variantes Alfa (B.1.1.7), identificada inicialmente no Reino Unido, Beta (B.1.351), descoberta na África do Sul, Gama (B.1.1.28.1), originária do Brasil (Manaus) e Delta (B.1.617.2), identificada na Índia. No grupo das VOI as variantes Eta (B.1.525), detectada em diversos países, Epsilon (B.1.427/B.1.429), identificada nos Estados Unidos da América (Califórnia), Zeta (B.1.1.28.2), originária do Brasil (Rio de Janeiro), Teta (B.1.1.28.3), detectada nas Filipinas e no Japão, Iota (B.1.526), descoberta nos Estados Unidos da América, Kapa (B.1.617.1) detectada na Índia, e Lambda (C.37), originária do Peru (MICHELON, p.110, 2021).

Nesse contexto, em dezembro de 2021 foi detectada uma nova variante no Brasil, a Ômicron, que começou a circular, inicialmente, na África. Ela foi classificada como variante de preocupação (VOC) e, segundo Valverde (2022) a Ômicron é classificada em 4 linhagens (BA.1, BA.1.1, BA.2 e BA.3). Como a imunização da população foi aumentando ao longo do ano de 2021, a quantidade de infecções graves diminuiu, mas as taxas de contaminação subiram bastante (Figura 15). De todo modo, as regiões com alta cobertura vacinal e aplicação de doses de reforço tiveram menos hospitalizações, comprovando a eficácia das vacinas.

Figura 15 - Índice de casos por Covid-19 no Brasil



Fonte: <https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/>

No Brasil, a perspectiva defendida pelo então Presidente da República foi o oposto das medidas recomendadas pela ciência, que também move suas forças pelo fortalecimento do SUS

(Sistema Único de Saúde). Em um contexto já marcado por crises econômica e política, Costa *et al.* (2020, p. 289) destacam:

A pandemia encontrou a Nação com um governo de ultradireita, militarizado, desnordeado e submerso em uma crise política, agravada por um baixo desempenho da economia com crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), em 2019, de apenas 1,1% e contabilizando cerca de 13 milhões de desempregados. Essa combinação de fatores e crises tem aprofundado a instabilidade política e se revelado trágica sob todos os pontos de vista, fazendo com que o País se assemelhe a uma nau sem rumo, prestes ao naufrágio.

A estratégia do isolamento social teve como objetivo o controle do contágio, com efeito direto sobre a necessidade de internações e mortes. No entanto, nas palavras do próprio Presidente da República, as mortes seriam inevitáveis e as pessoas deveriam, portanto, aceitar passivamente essa fatalidade. Utilizando como argumento a ideia da “imunização de rebanho”, sua postura foi revelando o caráter anti-humanitário dessa concepção, que acaba se contrapondo àquela dos países que conseguiram sair da epidemia utilizando as estratégias que foram orientadas pela comunidade científica (CAMPOS, 2020). Mais do que isso, o comando do país foi, insistentemente, investindo em medidas não científicas para a contenção do contágio, operando com a ideia que a epidemia só seria controlada quando 70% das pessoas fossem contaminadas pelo vírus. Ou seja, aparentemente, tanto as notícias recentes quanto as lembranças do mar de cadáveres que assolou o país de 1918 não trouxeram qualquer aprendizado; elas ficaram esquecidas na memória de parte da nação, pois sabemos, por meio do convívio diário e das redes sociais, que uma parte da população brasileira veio (e vem) apoiando esse comportamento. Em posição divergente, Campos (2020, p. 3) destaca os efeitos altamente deletérios dessa proposta de “imunização de rebanho”:

Baseados em estudos sobre a experiência de outros países, verificou-se que, em geral, dez por cento dos infectados têm doença grave, necessitando de internação em leitos gerais e em UTI. Sabe-se que quarenta a cinquenta por cento desses casos graves irão a óbito. Morrerão! Vejamos algumas previsões caso a proposta do livre contágio fosse adotada no Brasil, supondo que se atingisse uma contaminação de setenta por cento da população. Isto redundaria em 140 milhões de doentes em todas as formas. Sabe-se que dificilmente o esforço de Bolsonaro e do vírus conseguiriam tal grau de infestação, por mais malignos que sejam. Entretanto, suponhamos que com a suspensão do isolamento social chegássemos a vinte, ou trinta, ou quarenta milhões de infectados. Bem, dez por cento de 140 milhões, implicaria 14 milhões de casos graves e, pasmem, 7 milhões de mortes! Vinte milhões de doentes redundariam em um milhão de pessoas mortas! Um milhão de caixões!

Em meio a toda essa situação, com as mortes no país crescendo exponencialmente, após a saída de dois Ministros da Saúde em pouco tempo e um período de ausência de comando em plena Pandemia, o país ficou várias semanas sem gastar os recursos destinados ao combate dela. Segundo o Boletim COFINS/CNS, em oito de junho de 2020, ficaram parados 67% desses recursos. Nota-se que o interesse era não gastar; afinal, vale lembrar que o governo queria transferir R\$ 83,9 milhões do Bolsa Família para a Secretaria de Comunicação, mas como houve muitas críticas da Sociedade e do Congresso Nacional, essa ideia foi abortada rapidamente. Não podemos esquecer, também, que o SUS antes da Pandemia foi atingido pela Emenda do Teto de Gastos (EC-95), que congelou por 20 anos o investimento em políticas sociais. Foi em meio a essas medidas que ocorreu, por exemplo, a forma desumana como os profissionais de saúde foram expostos ao vírus por falta de equipamentos de segurança e condições adequadas de trabalho, colocando o Brasil entre os países que mais perderam profissionais de saúde nesta Pandemia (COSTA *et al.*, 2020).

Observa-se que, em meio a todo esse caos, o governo propôs um auxílio emergencial de R\$ 200,00, mas o Congresso Nacional passou para R\$ 600,00 para as populações mais carentes. Ainda assim, esse novo valor não foi suficiente para manter o isolamento social, ficando ainda mais evidente o abismo social existente no Brasil. Com tal medida, o Presidente da República ganhou o apoio de 8% da população que ganha menos de dois salários-mínimos e tem apenas o ensino fundamental, mas veio perdendo o apoio entre pessoas com renda superior a cinco salários-mínimos. Felizmente, para boa parte da população parece estar evidente os horrores vividos na Pandemia, ainda que, em contrapartida, nunca se tenha produzido tantas notícias falsas ou 'fake News'¹³ como agora. Esse movimento de notícias falsas sobre a SARS-Cov2 atingiu o mundo inteiro e a OMS emitiu um alerta sobre a questão, passando a denominar tal movimento de “infodemia” (disseminação em massa de notícias falsas e rumores que comprometam a credibilidade das informações oficiais com respaldo científico). Sobre essa questão, Galhardi *et al.* (2020, p. 4202) nos relatam:

“Informações imprecisas sobre a Covid-19 estão se espalhando mais rapidamente do que o próprio vírus”, disse Alexandra Kuzmanovic, gerente de mídias sociais da OMS, em entrevista à rede de televisão CNN, no início de março. Desta forma, a história natural da doença e a especulação em torno da doença passaram a ser contadas em tempo real.

¹³ O termo 'fake News' se refere à produção e propagação massiva de notícias falsas, com o objetivo de distorcer as notícias para conquistar algum sucesso, atrair audiência, enganar, induzir a erros, destruir uma instituição ou pessoa em benefício de outra, obtendo vantagens econômicas e políticas.

Essas ‘fake News’ vêm produzindo situações que precisam ser discutidas na área de Educação e, em especial, no ensino de Ciências e Biologia. Afinal, como conviver com os riscos de notícias falsas? Como e por que elas são geradas? Quais os objetivos? Como a história em tempo real de produção dos conhecimentos científicos deve ser divulgada? Será que as metodologias e as formas de se fazer ciência estão dialogando com a sociedade? Por exemplo, em 2008, boatos em um aplicativo de WhatsApp sobre a Febre Amarela – que a doença seria uma farsa criada para vender vacinas, que a vacina paralisava o fígado etc. – Fez com que apenas 55% da população aderisse à campanha, logo a meta não foi atingida e as notícias falsas contribuíram muito (GALHARDI *et al.*, 2020). A população fica vulnerável às informações falsas pelo fato de a maior parte da população ter pouco conhecimento sobre o assunto e quando se fala que a doença é grave, ocorre mais desespero por parte desse público e falta de confiança nas autoridades sanitárias (HENRIQUES, 2018). A origem de uma notícia falsa pode ou não ser identificada, mas o problema é como reverter uma mentira que é repetida diversas vezes até se tornar ‘verdade’. Segundo a pesquisadora Claudia Galhardi e colaboradores, da ENSP, analisando dados notificados pelos usuários do aplicativo ‘Eu Fiscalizo’, verificou que, no início da Pandemia da COVID-19, cerca de 25 dias consecutivos houve notificações de ‘fake news’ relativas ao tema. De acordo com ela,

[...] as notícias falsas recebidas entre 17 de março e 10 de abril revelam que 65% delas ensinavam métodos caseiros para prevenir o contágio da Covid-19; 20% mostravam métodos caseiros para curar a doença; 5,7% se referiam a golpes bancários; 5% faziam menção a golpes sobre arrecadações para instituição de pesquisa; e 4,3% diziam respeito ao uso do novo coronavírus como estratégia política (GALHARDI *et al.*, 2020).

Ao mesmo tempo em que as ‘Fake News’ proliferam, a ciência passa a ser cada vez mais acompanhada pela sociedade, com uma série de epidemiologistas nos informando sobre a Pandemia e os progressos científicos relativos à vacina pelos meios de comunicação. De que maneira podemos, então, evitar o retrocesso de grupos e instituições que insistem em deixar o país nas mesmas condições de um pós-guerra de 1918? Hoje, em pleno século XXI, ainda recebemos ‘Fake News’ sobre vacinas, sobre tratamentos falsos para SARS-CoV 2 e até mesmo sobre teorias conspiratórias acerca do vírus. Nesse cenário, se faz urgente que o ensino de Ciências e Biologia reveja os seus currículos, com vistas a combater essas ‘Fake News’ e atenuar os efeitos provocados por movimentos que insistem em negar a ciência. É por esse caminho que o presente trabalho se direciona, buscando contribuir com tal revisão a partir da produção de materiais didáticos sobre o tema.

II. 2 Em defesa da História da Ciência nos currículos escolares

Nas décadas de 1980 e 1990, houve um aumento da popularização científica no país, com criação de centros e museus de ciências, a criação de revistas de divulgação científica com perfis diferenciados – tais como a *Ciência Hoje* (1982) e a *Superinteressante* (1987) –, o surgimento de seções de ciência em jornais diários como a *Folha de São Paulo* e *O Globo*. Nos anos de 1990, em especial, esse movimento continuou crescendo, com a construção de mais 45 museus de ciência espalhados pelo Brasil, como a Casa da Ciência da UFRJ em 1995, no Rio de Janeiro. (MESQUITA TAVEIRA *et al.*, 2021). Ainda assim, identificamos o crescimento de movimentos anti-ciência que puderam influenciar o Brasil, como a Hesitação Vacinal ou Movimento Antivacina, considerado uma preocupação a nível de saúde mundial (OMS, 2019) e que chamou muito a atenção com a Pandemia da Covid-19.

No passado, o Brasil sempre obteve bons resultados em campanhas vacinais, um efeito do Programa Nacional de Imunização (PNI), criado em 1973 com o objetivo de coordenar campanhas de imunização no país. Como exemplo desse processo, podemos citar o combate ao Sarampo: em 2015, o país recebeu o certificado de exclusão da doença, mas devido a movimentos migratórios e a falta de imunização prévia em 2018, esse certificado foi perdido. As justificativas de indivíduos para fazer parte de grupos antivacina giram em torno da crença em cientistas mal-intencionados, em uma estranheza acerca do curto período entre as vacinações, em aspectos religiosos e, por fim, na crença em “teorias da conspiração” voltadas para o controle populacional (MESQUITA TAVEIRA *et al.*, 2021). Tal movimento

[...] está ligado a um artigo do pesquisador Andrew Wakefield, na revista científica *The Lancet*, de 1998, que relacionava a ampla vacinação da sociedade com o aumento no número de casos de crianças autistas. Após essa publicação, o cientista foi mundialmente questionado e diversas outras pesquisas foram realizadas em um esforço conjunto para que tal proposição fosse derrubada. Após alguns anos o investigado foi obrigado a se retratar publicamente, afirmando que seu trabalho continha diversos erros metodológicos. Porém, apesar de desmentido por estudos de diferentes grupos de pesquisa, ainda hoje essa publicação é usada como referência para embasar tal movimento e captar novos membros (MESQUITA TAVEIRA *et al.*, 2021, p. 399).

Os conflitos e disputas sociais em torno das ‘verdades’ científicas produzem efeitos nos currículos escolares. Na medida em que a ciência é divulgada e se desenvolve, certos grupos tornam-se reativos, produzindo movimentos contrários a tudo que é dito pela ciência e seus especialistas, inclusive na educação. Criam-se, então, ambientes de disputa e discussões que acontecem dentro do ambiente escolar e que estão ligadas ao currículo. Logo se faz necessário observar que há mais elementos além dos conteúdos curriculares que não são neutros e nem

acríticos, mas que estão presentes na disputa por significação (MESQUITA TAVEIRA *et al.*, 2021). Afinal, como já explicitado, os currículos escolares são o resultado de seleções em um universo mais amplo da cultura (SILVA, 2010), obtido em processos históricos que sempre ocorrem em meio às relações entre conhecimento e poder. Ou seja, em uma sociedade tão desigual quanto a brasileira, cabe indagar que conhecimentos têm sido selecionados em detrimento de outros e quais têm tido força para permanecer nos currículos escolares.

Como o ensino de Ciências e Biologia é atravessado por todos esses conflitos e disputas, se faz necessário reconhecer tais movimentos em meio aos conflitos sociais mais amplos. Em especial, interessa-nos aqui pensar em como combater a desinformação sobre os vírus, as pandemias e as vacinas por meio de currículos mais centralmente focados nos conhecimentos científicos sobre essas temáticas. Afinal, que conteúdos relativos aos estudos sobre essas temáticas devem ser abordados nos ensinos fundamental e médio? Como estes devem estar integrados com contextos históricos e sociais e ‘atenados’ com a ciência, produzindo uma narrativa mais significativa para os estudantes desses níveis de ensino? Desde a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), os currículos de Biologia são enunciados como devendo abordar um ensino pluralista, significativo e não apenas um aprendizado técnico, com o objetivo de formar cidadãos críticos. É nesse contexto que a História da Ciência pode contribuir, trazendo elementos que participem para essa formação de cidadãos críticos. Segundo os PCNEM:

A decisão sobre o que e como ensinar em Biologia, no Ensino Médio, não se deve estabelecer como uma lista de tópicos em detrimento de outra, por manutenção tradicional, ou por inovação arbitrária, mas sim de forma a promover, no que compete à Biologia, os objetivos educacionais, estabelecidos pela CNE/98 para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e em parte já enunciados na parte geral desse texto. Dentre esses objetivos, há aspectos da Biologia que têm a ver com a construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda aqueles, que permitem a formação de conceitos, a avaliação, a tomada de posição cidadã. Um tema central para a construção de uma visão de mundo é a percepção da dinâmica complexidade da vida pelos alunos, a compreensão de que a vida é fruto de permanentes interações simultâneas entre muitos elementos, e de que as teorias em Biologia, como nas demais ciências, se constituem em modelos explicativos, construídos em determinados contextos sociais e culturais. Essa postura busca superar a visão a-histórica que muitos livros didáticos difundem, de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes, e como se para compreendê-la, bastasse memorizar a designação e a função dessas peças, num jogo de montar biológico (PCNEM, 2000).

Também na BNCC, a despeito de todas as críticas e apesar de o termo ‘História da Ciência’ não aparecer de modo explícito, a historicização dos processos aparece como um

movimento importante na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esta “propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental” (BNCC, 2017, p. 537). No documento em questão,

Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BNCC, 2017, p. 537).

Percebe-se que, atualmente, as descobertas científicas chegam rapidamente às diversas esferas da sociedade. Nesse contexto, segundo Sequeira & Leite (1988), o professor atua como ‘tradutor’ e ‘decodificador’ da linguagem científica e a História da Ciência passa a ser uma estratégia que dá aos alunos uma imagem correta das ciências e dos cientistas. Do ponto de vista curricular, Moreira & Silva (1994, p. 7) argumentam em favor de “uma tradição crítica do currículo, guiada por questões sociológicas, políticas, epistemológicas”. Para os autores,

Nessa perspectiva, o currículo é considerado um artefato social e cultural. Isso significa que ele é colocado na moldura mais ampla de suas determinações sociais, de sua história, de sua produção contextual. O currículo não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social. O currículo está implicado em relações de poder, o currículo transmite visões sociais particulares e interessadas, o currículo produz identidades individuais e sociais particulares. O currículo não é um elemento transcendente e atemporal – ele tem uma história, vinculada a formas específicas e contingentes de organização da sociedade e da educação (MOREIRA & SILVA, 1994, p. 7-8).

Assumindo essa perspectiva crítica apontada por Moreira e Silva (1994), os currículos da disciplina escolar Biologia podem ter em mente um processo de alfabetização científica no qual o foco não recaia somente no ensino de conceitos e métodos das ciências; diferentemente, ele pode abordar aspectos da natureza da ciência que ensinamos – as Ciências Biológicas – e as inferências recíprocas desta com a sociedade e o ambiente. É nessa direção que a História da Ciência pode colaborar. Afinal, de acordo com Sasseron *et al.* (2011, p. 66):

[...] o ensino de Ciências pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia a dia e que, portanto, apresentam estreita relação com nossa vida.

Nesse processo, podemos nos inspirar nos três eixos estruturantes da alfabetização científica formulados por Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de Carvalho (2011, p.

75-76), assim formulados: “primeiro a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; segundo a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o terceiro é o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”. É com tal inspiração que os materiais didáticos aqui apresentados (os 4 estudos dirigidos) foram formulados. Eles pretendem abordar o modo como os avanços da ciência devem ser encarados pelos estudantes do ensino médio, com o objetivo de orientá-los para que eventos sociais ou políticos não se confundam com os avanços tecnológicos alcançados até hoje.

Para Selles & Ferreira (2005), o ensino de Biologia deveria desenvolver currículos voltados para a abordagem de conhecimentos e habilidades que integrem as ciências com outras áreas do conhecimento, com vistas a resolver problemas e analisar criticamente as situações no ambiente social. É com tal perspectiva que os materiais didáticos aqui apresentados, de caráter investigativo, contextualizado e interdisciplinar, buscam abordar aspectos da História da Ciência para tratar de uma temática tão atual quanto as pandemias. Assumimos que essa perspectiva pode trazer os estudantes de Biologia do ensino médio para o centro dos debates, tornando-os protagonistas do próprio ensino. Afinal, apesar de os vírus, assim como as pandemias, serem por vezes citados nos currículos e livros didáticos de Biologia, eles demonstram ser insuficientes na constituição de um modo de pensar a vida no planeta.

CAPÍTULO III

Sobre a metodologia e os resultados desse estudo

III.1 Metodologia

A metodologia de construção desse trabalho de conclusão de um Mestrado Profissional em Ensino de Biologia envolveu tanto uma etapa de revisão bibliográfica quanto a etapa de produção do produto. No primeiro caso, o esforço se concentrou no levantamento de produções acadêmicas que pudessem subsidiar a elaboração do produto de forma correta e atualizada. Ou seja, a intenção não foi a de um levantamento exaustivo acerca da temática; diferentemente, ele foi realizado para que fosse possível selecionar artigos atualizados para o estudo:

(a) das principais pandemias ocorridas no mundo desde a Gripe ‘Espanhola’ em 1918, com destaque para a COVID-19, em um movimento que envolveu a compreensão dos aspectos biológicos, sociais, econômicos e culturais de todos esses tempos históricos. Para realizar essa tarefa, foram levantadas produções científicas sobre os conhecimentos biológicos relativos às pandemias no site de pesquisa Repositório Institucional da Fiocruz (<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4015>), assim como em periódicos e livros disponibilizados no Google Scholar e Google Books. As produções foram levantadas por assuntos através da digitação das seguintes palavras-chave no site Google Scholar, que foram escolhidas de acordo com a temática desse estudo: Gripe ‘Espanhola’; Pandemia de Gripe; Bacilo de Pfeiffer; *Haemophilus Influenza*; vírus Influenza; COVID-19; vacinas; imunização antivariólica; Programa Nacional de Imunizações.

a.1. Gripe ‘Espanhola’: foram encontradas 168 referências e, dentre elas, foram selecionados 3 artigos e 1 dissertação que retratavam a situação histórica, política e social da capital do Brasil e o último artigo abordava as características epidemiológicas incomuns e a patogenicidade da doença. Outros artigos foram descartados, pois se referiam a situações muito específicas do Brasil e particularidades relativas a outros países. Além disso, muitos artigos descartados apresentavam equivalência de conteúdo, alguns conversavam sobre temas diferentes do que se desejava pesquisar nesse trabalho. foram selecionados 3 artigos e 1 dissertação que retratavam a situação histórica, política e social da capital do Brasil e o quinto artigo abordava as características epidemiológicas incomuns e a patogenicidade da doença.

a.2. Pandemia de Gripe: identificou-se 908 citações no google Scholar e, dentre elas, optei por selecionar 2 artigos que orientaram sobre os aspectos sociais e políticos da gripe e outra referência com a classificação, estrutura, taxonomia, evolução do vírus, rearranjos na

estrutura viral e fases de evolução das sucessivas Pandemias de Gripe. Foram descartadas: referências que incluíam outras doenças além da gripe e conteúdo que abordavam aspectos diferentes do pretendido para esse trabalho, muitas referências apresentavam similaridades nos assuntos e foram desconsiderados.

a.3. Bacilo de Pfeiffer: para maior compreensão do momento histórico a ser abordado, foi inserida a palavra-chave Bacilo de Pfeiffer, uma vez que este é citado como o principal agente causador da Gripe ‘Espanhola’. Constatou-se 82 referências no Google Scholar que relacionavam o bacilo com a Gripe ‘Espanhola’, sendo selecionadas 2 referências: a primeira retrata a certeza de o bacilo ser o agente causador da pandemia e a segunda confirma quem seria de fato o verdadeiro agente etiológico da doença, pela confirmação do genoma, do vírus causador da Pandemia de Gripe em 1918. Os outros dados descartados apresentavam informações semelhantes ou tangenciavam o assunto de interesse principal.

a.3.1. Devido a relevância para este levantamento, foi incluída a Dissertação de Mestrado pesquisada no Repositório Institucional da Fiocruz a partir da palavra-chave *Haemophilus Influenza*. Cerca de 246 itens foram encontrados, descartou-se os trabalhos em outras línguas e a dissertação escolhida tinha como destaque períodos pré e pós-vacinal.

a.4. Vírus Influenza: de 1000 referências encontradas, foram separados 6 trabalhos que englobavam tantos aspectos políticos e econômicos quanto a epidemiologia, estrutura viral, ciclo reprodutivo, transmissão, sintomas, tratamento, vacinação e prevenção da doença.

a.5. COVID-19: de 1000 referências levantadas, foram selecionadas 5 referências que tratam do perfil epidemiológico, da trajetória de disseminação, estrutura viral, fisiopatologia, imunidade e inflamação do vírus SARS-CoV 2. Outras duas citações foram selecionadas por tratar de medidas preventivas da doença, epidemiologia e políticas públicas no Brasil.

a.6. Vacinas: em torno de 1000 referências encontradas, 3 artigos foram escolhidos, 2 abordando o assunto sobre vacinas virais e 1 abordando, especificamente, a problemática das vacinas da COVID-19. Muitas citações foram descartadas por repetição do conteúdo ou porque tratavam de outras vacinas que não tinham relação com o tema de interesse e/ou tangenciavam o tema vacina.

a.6.1. Um artigo foi retirado do Repositório Institucional da Fiocruz-ARCA fazendo a consulta por assunto e a palavra-chave foi: imunização antivariólica. No repositório foram encontradas 240 referências e apenas uma foi escolhida por abordar a imunização antivariólica no século XIX.

a.6.2. Mais uma palavra-chave foi incluída dentro do mesmo tema pela relevância do assunto que é: PNI (Programa Nacional de Imunizações) que também foi retirado do google

Scholar. Cerca de 70 referências foram encontradas e apenas um artigo foi utilizado na construção da dissertação, uma vez que reunia as informações necessárias ao estudo.

(b) de como a História da Ciência tem sido utilizada e defendida como uma abordagem potente no ensino de ciências, em especial na disciplina escolar Biologia. Nesse segundo momento, as produções foram levantadas por assunto com a digitação das palavras-chave História da Ciência ou Anticientificista no site Google Scholar.

b.1. História da Ciência: História da Ciência: de 964 itens levantados, 2 referências foram separadas: a primeira (SEQUEIRA & LEITE, 1988) defende a inclusão do passado da ciência para compreensão do seu presente e do seu futuro, formando indivíduos mais conscientes; a segunda (MARTINS, 1998) aborda o fazer pesquisa em História da Ciência a partir da prática.

b.2. Anticientificista: Cerca de 20 referências retiradas do Google Scholar foram analisadas e a selecionada foi Mesquita Taveira et al. (2021), que contrapõe dois momentos na história atual, primeiro as políticas públicas de popularização da ciência desde 2003, e paralelamente evidencia-se o crescimento do movimento anticientificista no Brasil, contribuindo com o ressurgimento de doenças antes controladas.

(c) de produções no campo do Currículo que auxiliem na problematização do ensino das doenças que vieram acometendo os seres humanos em meio a uma seleção de conhecimentos que, historicamente, informam os currículos desse ensino. Essas produções não foram selecionadas de forma sistemática, mas tendo em vista a existência de autores de referência na área (MOREIRA & SILVA, 1994; SILVA, 2010), em particular aqueles que produzem investigações no campo do Currículo especificamente focadas no Ensino de Ciências e Biologia (KRASILCHIK, 2008; MARANDINO, SELLES & FERREIRA, 2009; SELLES & FERREIRA, 2005).

No segundo caso – isto é, na etapa de produção do produto –, tomamos como referência a leitura e análise de toda a produção científica levantada na etapa de revisão bibliográfica para a confecção de um material didático voltado para o ensino dos conhecimentos biológicos envolvidos na compreensão das pandemias que, desde a Gripe ‘Espanhola’ em 1918, vieram assolando a humanidade. A ideia foi traduzir parte desse esforço científico e social para o formato escolar, produzindo, como produto do Mestrado Profissional, um material didático contextualizado, interdisciplinar e atualizado para o uso nas aulas da disciplina escolar Biologia no âmbito do ensino médio.

Esse material didático é composto por quatro (4) Estudos Dirigidos, todos voltados para o ensino médio, cada um deles acompanhado de um planejamento que se desdobra nos

seguintes itens: temática central; conteúdo a serem abordados; público-alvo; objetivos gerais e específicos a serem ensinados; justificativa; tempo previsto; desenvolvimento da atividade investigativa, que é subdividido em metodologia, material e formas de avaliação. Tomando como referência o Ensino por Investigação (CARVALHO, 2010 e 2018; SASSERON, 2015), cada um dos Estudos Dirigidos partem de uma ou mais questões problematizadoras com vistas à geração de hipóteses pelos estudantes. Essas hipóteses deverão ser confrontadas por meio da leitura de pequenos textos, com mais questões a serem respondidas e, no caso do Estudo Dirigido 3 (ED3), a realização da seguinte dinâmica: “Os alunos farão uma breve pesquisa em grupo de 3 alunos e vão escolher notícias sobre a Covid-19 que criaram polêmicas no Mundo (teorias da conspiração) para relatar à turma. O material poderá ser inserido em um padlet, caso seja possível, ou poderá ser registrado no caderno. Em seguida, os alunos apresentarão suas pesquisas para geração de uma discussão mediada pelo professor.” (ED3, p.47).

Os Estudos Dirigidos ainda incluem sugestões de vídeos e outros materiais de consulta, além de referências bibliográficas. Afinal, a intenção é que esse material didático sirva não apenas para a utilização direta de professores com estudantes no ensino médio, mas também como um material de referência que seja ‘inspirador’ de outras produções didáticas. Além disso, ainda que os quatro (4) Estudos Dirigidos sigam uma sequência lógica do ponto de vista pedagógico, é assumida aqui a possibilidade de que diferentes professores de Biologia, em função de seus planejamentos e de seus contextos escolares, possam reorganizar essa ordem e/ou mesmo não utilizar todos os materiais.

Os temas foram escolhidos de acordo com a sequência lógica da dissertação do trabalho, então dividiu-se em 4 temas: o 1º tema: Gripe de 1918, retratar as condições da época, que historicamente viveu o negacionismo das autoridades, no contexto biológico o maior desafio da ciência foi descobrir qual o agente causador da Influenza, somente 15 anos após a Pandemia o vírus finalmente foi isolado. Logo no primeiro ED a relação da história de 100 anos atrás com o presente (COVID-19) se faz pertinente. O 2º tema: Vírus Influenza e suas variantes ao longo das Pandemias de Gripe, o dilema da Gripe ‘Espanhola’ permanecia e a compreensão das novas pandemias de Gripe e suas variantes são confrontados com a nossa atual realidade da COVID-19. O 3º tema: Covid-19, medidas de prevenção do contágio, vacinação e variantes. O 4º tema: Confrontos e desafios sofridos pela ciência, Infodemia, a era de ouro da vacinação com a erradicação da Varíola e dificuldades nas campanhas de vacinação como Hesitação vacinal.

Os Estudos dirigidos foram produzidos no formato de um E-book utilizando o aplicativo Canva Pro. Quanto às imagens, as figuras 4, 5, 7 e 14 foram produzidas com a utilização dos

aplicativos Canva Pro e Paint Brush; já a figura 6 foi produzida no programa Paint Brush e a figura 11 no Programa Excel, enquanto o restante das figuras foi obtido em sites gratuitos.

Por fim, ainda que esse trabalho não tenha tido uma intenção direta de análise do uso desse material didático durante o Mestrado, uma decisão que ocorreu em função da Pandemia da COVID-19, ele tem como inspiração as minhas experiências docentes no Centro Integrado de Educação Pública (CIEP) 098, situado no Município de Duque de Caxias, e no C. E. Pedro Álvares Cabral, instituição pública situada na cidade do Rio de Janeiro (Rua República do Peru, 104, Copacabana) e frequentada por estudantes do ensino médio regular, além de minhas experiências no ensino fundamental na E. M. Rio das Pedras.

III.2 Sobre os resultados do estudo

2. 1 Levantamento das produções científicas sobre as principais Pandemias

Tema	Referências
Gripe ‘Espanhola’	BRITO, N. A. de: 'La dansarina: the influenza epidemic and the quotidian report of Rio de Janeiro city'. <i>História, Ciências, Saúde— Manguinhos</i> , IV (1):11-30, Mar.-jun. 1997.
	GAMA, Rosineide de Melo. <i>Dias Mefistofélicos: A Gripe Espanhola nos jornais de Manaus (1918 – 1919) / Rosineide de Melo Gama – Manaus, 2013. UFAM, 2013. 172 f; II ; 30 cm Orientador: Prof. Dr. Almir Diniz de Carvalho Junior Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Humanas e Letras, 2013. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3971 Acesso em 18 maio 2020.CDU 719 (811).3</i>
	GOULART, Adriana da Costa. Revisitando a espanhola: a gripe pandêmica de 1918 no Rio de Janeiro. <i>Hist. cienc. saude Manguinhos</i> [online]. Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 101-142. Abr. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702005000100006&lng=en&nrm=iso . https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000100006 . Acesso em: 18 maio 2020.
	MORENS, David M., TAUBENBERGER, Jeffery K. Influenza 1918: a mãe de todas as Pandemias. <i>Rev Biomed</i> 2006; 17:69-79, Vol. 17/No. 1/Jan-Mar, 2006 E-mail: revbiomed@mucuy.uady.mx Accepted March 1, 2005. Disponível em: http://www.uady.mx/sitios/biomedic/revbiomed/pdf/rb061719.pdf . Acesso em 03 fev.2021.
	SANTOS, Ricardo Augusto dos. O Carnaval, a peste e a 'espanhola'. <i>Hist. cienc. saúde-Manguinhos</i> . Rio de Janeiro, vol. 13, nº 1, jan./Mar. 2006.
Pandemia de Gripe	KIND, Luciana; CORDEIRO, Rosineide. Narrativas sobre a morte: a Gripe Espanhola e a COVID-19 no Brasil. <i>Psicol. Soc.</i>, Belo Horizonte, v. 32, e020004, 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822020000100403&lng=en&nrm=iso>. Epub em 04 de setembro de 2020. https://doi.org/10.1590/1807-0310/2020v32240740 . Acesso em 03 de março de 2021.
	MATOS, Haroldo José de. A próxima pandemia: estamos preparados? <i>Rev Pan-Amaz Saude, Ananindeua</i> , v. 9, n. 3, p. 9-11, set. 2018. Disponível em

	<p><http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232018000300009&lng=pt&nrm=iso>. http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232018000300001. Acesso em 25 ago. 2020.</p> <p>TALLEDO, Miguel e ZUMAETA, Katty. Vírus da gripe e as novas pandemias de gripe A / H1N1 Rev. Peru. biol.16 (2): 227 - 238 (dezembro de 2009) © Faculdade de Ciências Biológicas UNMSM 1 Laboratório de Fagotipia e Virologia Geral. Faculdade de Ciências Biológicas. Universidade Nacional de San Marcos. Apresentado:03/08/2009 Aceitaram:17/11/2009 Publicados conectados: 12/01/2010. Instituto Peruano de Biologia Molecular. Disponível em: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000100019. Acesso em 11 de nov.2021.</p>
Bacilo de Pfeiffer	<p>BERTUCCI, Liane Maria. PESQUISAS E DEBATES SOBRE A GRIPE DURANTE A EPIDEMIA DE 1918. – XXV simpósio nacional de história – Fortaleza, 2009. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=PESQUISAS+E+DEBATES+SOBRE+A+GRIPE+DURANTE+A+EPIDEMIA+DE+1918+Liane+Maria+Bertucci+*&btnG=anpuh.org.br. Acesso em: 2 ago.2020.</p> <p>CANDINA, Javier Garaizar, 1918 Microbiologia da Gripe: do bacilo de Pfeiffer à reconstrução do vírus A H1N1 em cadáveres em permafrost. Departamento de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia, Faculdade de Farmácia, Universidade do País Basco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Gac Méd. de Bilbao. 2021; 118 Supl (1): S3-S10 aceito em 15 de dez. 2020. Acesso em 03 mar.2021.</p>
<i>Haemophilus Influenza</i>	<p>JESUS, Alice Aurora Batalha. Estudo de Cepas de Haemophilus influenzae isoladas no Período Pré e Pós-vacinal com a vacina contra o Hib: Caracterização de Marcadores de Resistência a Antibióticos e Possíveis Mudanças Genéticas na Região Capsular do H- Rio de Janeiro,2010. INCQS/FIOCRUZ, 2010. xviii, 92f. il., tab. Orientadores Prof. Dr. Antônio Eugênio C.C. de Almeida, Prof. Dr. Ivano de Filippis. https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4015. Acesso em: 11 mar.2021.</p>
Vírus Influenza	<p>BRAINERD, E; SIEGLER, M. V. The Economic Effects of the 1918 Influenza Epidemic. Discussion Paper n. 3791. Centre for Economic Policy Research. London: CEPR, 2003. Disponível em: https://papers.ssrn.com/Sol3/papers.cfm?abstract_id=394606. Acesso em: fev. Ago 2020.</p> <p>GATZE, Fernanda; ANDRADE, Vera Regina Medeiros. O Vírus Influenza: Revisão Narrativa Da Literatura. Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas, 2019; 3(2)74-82 Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI; Santo Ângelo, RS, Brasil. DOI: http://dx.doi.org/10.31512/ricsb.v3i2.3298. Acesso em 4 jan.2021.</p> <p>RODRIGUES, Bruna Furlaneto; FARIAS, Fernanda; TAKARA, Glaucia; PAVIN, Larissa; SENA, Lilian; NASCIMENTO, Marina; POMPILIO Milla; SOUSA, Cristina Paiva de. Virus Influenza E O Organismo Humano. Revista APS, v.10, n.2, p. 210-216, jul./dez. 2007. Disponível em: https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/13virus.pdf. Acesso em:05 de jan. 2021</p> <p>RUIZ, Fernando José Goes. Ponto de Vista- INFLUENZA A (H1/N1). São Paulo, publicação em 27/8/2009. Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba, v. 11, n. 3, p. 35 - 36, 2009 https://revistas.pucsp.br/RFCMS/article/viewFile/2155/1295. Acesso em:06 abr.2021.</p> <p>SILVA, Paola Cristina Resende. Dinâmica Molecular Dos Vírus Influenza A (H1n1) Pandêmico Em Cinco Anos De Circulação No Brasil – Rio de Janeiro, 2015. xviii,176 f.: il. Tese (Doutorado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, 2015. Bibliografia: f. 158-172, acesso em 11 de nov.2021.</p>

COVID-19	ALMEIDA, J. O.; OLIVEIRA, V. R. T.; AVELAR, J. L. S.; MOITA, B. S.; LIMA, L. M.*COVID-19: Covid-19 Fisiopatologia e Alvos para Intervenção Terapêutica Rev. Virtual Quim., 2020, 12 (6), 1464-1497. Data de publicação na Web: 17 de setembro de disponível em: 2020.http://rvq.s bq.org.br/ Acesso em 15 fev.2022.
	BRANDÃO SCS, GODOI ETAM, RAMOS JOX, MELO LMMP, SARINHO ESC. COVID-19 grave: entenda o papel da imunidade, do endotélio e da coagulação na prática clínica. J Vasc Bras. 2020;19:e20200131. https://doi. org/10.1590/1677-5449.20013. Acesso em 02 mar.2022.
	CÂMARA Fernando Portela; CÂMARA Daniel Cardoso Portela, Moreno Marcelo. Covid-19: current and future trajectory, set. 2020. Braz. J. Hea. Rev., Curitiba, v. 3, n. 5, p. 13377-13382 set./out. 2020. ISSN 2595-6825. DOI:10.34119/bjhrv3n5-162. Acesso em 16 fev.2021
	GOMES, Guilherme Gallo Costa et al. Perfil epidemiológico da Nova Doença Infecciosa do Coronavírus-COVID-19 (Sars-Cov-2) no mundo: Estudo descritivo, janeiro-junho de 2020. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 4, p. 7993-8007, 2020. Acesso em 12 fev.2022.
	OLIVEIRA Adriana Cristina; LUCAS Thabata Coaglio; IQUIAPAZA Robert Aldo. O que a pandemia da Covid-19 tem nos ensinado sobre adoção de medidas de precaução? Texto Contexto Enferm [Internet]. 2020; 29:e20200106. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0106, acesso em 12 fev.2021
	RAFAEL, Ricardo de Mattos Russo et al. Epidemiologia, políticas públicas e pandemia de Covid-19: o que esperar no Brasil? [Epidemiology, public policies and Covid-19 pandemics in Brazil: what can we expect?]. Revista Enfermagem UERJ, [S.l.], v. 28, p. e 49570, abr. 2020. ISSN 0104-3552. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerj/article/view/49570>. Acesso em: 16 fev. 2021. doi:https://doi.org/10.12957/reuerj.2020.49570.
	TAY MZ, POH CM, RÉNIA L, MACARY PA, NG LFP. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. Nat Rev Immunol. 2020 Jun;20(6):363-374. doi: 10.1038/s41577-020-0311-8. Epub 2020 Apr 28. PMID: 32346093; PMCID: PMC7187672. Acesso em 19 fev.2022.
Vacinas	LIMA, Eduardo Jorge da Fonseca, ALMEIDA, Amalia Mapurunga, KFOURI, Renato de Ávila. Vacinas para COVID-19 - o estado da arte. Rev. Bras. Saude Mater. Infant. 21 (Suppl.1), fev.2021. https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/hF6M6SFrhX7XqLPmBTwFfVs/?lang=pt, acesso em: jun 2022.
	SCHATZMAYR, H. G. Novas perspectivas em vacinas virais. História, Ciências, Saúde Manguinhos, vol. 10 (suplemento 2), Rio de Janeiro: 655-69, 2003. https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hcsm/a/VjJzQVWWZtVxSqMmMM4R3WB/?lang=pt. Acesso em: 31 mai 2022.
	VILANOVA, Manuel. Vacinas e imunidade, Prevenção de doenças infecciosas, Rev. Ciência Elem., V8 (02):021. Universidade do Porto. doi.org/10.24927/rce2020.021. Disponível em: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2020/021/, acesso em: jun. 2022.
Imunização antivariólica	FERNANDES, Tania Maria. Imunização antivariólica no século XIX no Brasil: inoculação, variolização, vacina e revacinação, Análise • Hist. cienc. saúde-Manguinhos vol. 10 suplemento 2: 461-74, 2003 • https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500002, disponível em: https://www.scielo.br/j/hcsm/a/YXmzZfPR5SBPKytypKyt6gd/?lang=pt, acesso em:28 mai 2022.
Programa Nacional de Imunização	TEMPORÃO, J. G. O Programa Nacional de Imunizações (PNI): origens e desenvolvimento. História, Ciências, Saúde. Manguinhos, vol. 10

	(suplemento 2): 601-17, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hcsm/a/XqLKLcj6NYjHdywSF6XPRZs/abstract/?lang=pt https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500008 . Acesso em: 27 mai 2022
--	---

2. 2 Levantamento das produções científicas sobre a História da Ciência no Ensino de Ciências e, em especial, na disciplina escolar Biologia

História da Ciência	MARTINS, Lilian, – Grupo de estudos e pesquisa em Ciências e Ensino-FE –, Jornal semestral do GepCE, Unicamp, dezembro 1998, número 5, ISSN1414-5111, Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/historia_ciencia.pdf , acesso em: 12 set.2020.
	SEQUEIRA, Manuel e LEITE, Laurinda. História da Ciência no Ensino - aprendizagem das ciências. Revista Portuguesa de educação, 1988,1(2),29-40 C.E.E.D.C- Universidade do Minho. Disponível em http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/436 . Acesso em 12 mar. 2022.
Anticientificista	MESQUITA TAVEIRA, Gustavo Diniz; SILVA CARNEIRO, Gabriela; STRIBEL, Guilherme Pereira. Políticas Públicas De Popularização Da Ciência E Movimentos Anticientificistas No Brasil: Uma Análise Discursiva. Periferia, v. 13, n. 1, p. 387-409, 2021.

III.3 Caracterização do produto

Os quatro (4) Estudos Dirigidos (ED) que compõem o produto dessa dissertação possuem uma estrutura comum, que é composta tanto por um planejamento quanto pelo ED propriamente dito. É um material didático voltado para professores de Biologia atuando em turmas de ensino médio, já que cada ED, além de possuir um planejamento, tem as respostas aos questionamentos indicadas na cor vermelha.

O primeiro ED tem como temática central os vírus e os organismos unicelulares, focalizando em uma investigação sobre o agente causador da gripe. Ele foi planejado para o uso em quatro (4) aulas de cinquenta (50) minutos no 1º ano do ensino médio – ainda que possa ser adaptado para os outros anos desse nível de ensino –, e pode ser utilizado na abordagem dos seguintes conteúdos: evolução da microscopia, os vírus como agentes causadores de doenças e medidas preventivas não farmacológicas para doenças respiratórias. Tomando como referência como o fazer científico tem sido muitas vezes abordado nas escolas, com visões estereotipadas dos cientistas e do conhecimento científico, esse material didático usa a História da Ciência para abordar a construção científica sobre os vírus em meio aos desafios e

enfrentamentos de doenças e os anseios de se compreender cada vez mais o mundo invisível.

São objetivos gerais desse primeiro material didático: 1. Compreender que o contexto histórico e social das populações interfere nos estudos científicos e direcionam os caminhos da ciência; 2. Reconhecer que o embate de ideias entre os cientistas costuma levar a novos conhecimentos; 3. Desenvolver um senso crítico e ativo sobre pandemias e endemias e todos os aspectos científicos, sociais e educacionais envolvidos nesses processos. a. Estabelecer diferenças entre bactérias e vírus, b. Identificar o início do conhecimento sobre O Sistema Imune dos seres vivos e c. Reconhecer os avanços tecnológicos da microscopia. Para realizar esses objetivos, o ED encontra-se organizado em duas partes, ambas focadas na história da Gripe ‘Espanhola’ e a investigação de seu agente causador, com os instrumentos e tecnologias da época e de quinze anos depois, tecendo comparações entre esses dois tempos históricos e o atual, com a COVID-19.

O segundo ED segue abordando o vírus Influenza, agora focalizando conhecimento atualizado sobre as suas variantes e os avanços científicos que foram possíveis a partir do sequenciamento genômico. Ele foi planejado para o uso em duas (2) aulas de cinquenta (50) minutos no 1º ano ou no 2º ano do ensino médio, a depender do planejamento escolar, e pode ser utilizado no aprofundamento de conhecimentos sobre o vírus Influenza e suas variantes ao longo das Pandemias. Tomando como referência que, em meio a Pandemia de COVID-19, os estudantes se habituaram a termos como ‘variantes’ e ‘cepas’, torna-se importante abordar esses novos termos, além de compreender a relação que o vírus da Gripe estabelece com os outros animais (que não os seres humanos).

São objetivos gerais desse segundo material didático: 1. Compreender as estruturas do vírus Influenza; 2. Reconhecer o surgimento de novas variantes da Gripe e a relação com as Pandemias. Quanto aos objetivos específicos, eles foram assim formulados: a. Compreender os avanços tecnológicos de controle de variantes e a necessidade de acompanhamento das novas cepas; b. Entender a relação de domesticação e convivência com os animais e a evolução do vírus Influenza; c. Aprender a relação que existe das cepas de Influenza com os animais. Para realizar esses objetivos, esse segundo ED também se encontra organizado em duas partes, ambas focadas no “dilema da Gripe ‘Espanhola’”, isto é, na descoberta do vírus H1N1 como o agente causador dela.

O terceiro ED tem como temática central a saúde e a prevenção de doenças, focalizando nas medidas de prevenção da COVID-19. Ele foi planejado para o uso em quatro (4) aulas de cinquenta (50) minutos no 1º ano ou no 2º ano do ensino médio, a depender do planejamento escolar, e pode ser utilizado na abordagem de conhecimentos relativos à vacinação e às medidas

de prevenção da COVID-19 por meio da leitura e análise de dados e gráficos sobre a Pandemia, além de reflexões acerca da importância do SUS. Tomando como referência o quanto a vacinação ocorreu de maneira lenta no Brasil, por falta de vacinas, mas também de vontade política, torna-se importante tanto refletir sobre o ocorrido quanto compreender o papel das medidas preventivas em todo o processo. A intenção é valorizar a vacinação como a melhor maneira de evitar a forma grave da doença, uma vez que o vírus, quanto mais se multiplica, aumentam as chances do surgimento de variantes mais eficazes.

São objetivos gerais desse material didático: 1. Refletir sobre as principais medidas na prevenção de doenças como a COVID-19; 2. Reconhecer o papel do Estado no combate às Pandemias. Quanto aos objetivos específicos, eles foram assim formulados: a. Entender a importância da vacinação e do isolamento social na prevenção de doenças como a COVID-19; b. Compreender como as vacinas atuam na imunização da população; d. Analisar a importância do SUS na prevenção e tratamento de doenças como a COVID-19. Para realizar esses objetivos, o ED encontra-se também organizado em duas partes, com a primeira mais centralmente voltada para a discussão das medidas de prevenção da doença, enquanto a segunda aborda o ‘legado da vacinação’, ambas com foco na importância do SUS e em informações (corretas e ‘fakes’) sobre a Pandemia.

Por fim, o quarto ED tem como temática central os “novos desafios da ciência”, utilizando a História da Ciência no combate às ‘fake news’ e ao movimento antivacina. Ele foi planejado para o uso em cinco (5) aulas de cinquenta (50) minutos no 1º ano ou no 2º ano do ensino médio, a depender do planejamento escolar, e pode ser utilizado no aprofundamento de conhecimentos que nos permitam questionar notícias e comportamentos não científicos, assumindo a Ciência como a melhor forma de lidar com doenças e Pandemias. Tomando como referência a grande circulação de ‘fake news’ durante a Pandemia da COVID-19, a intenção é que os estudantes entendam como a Ciência veio, historicamente, produzindo conhecimento confiável no enfrentamento das inúmeras doenças que assolaram o mundo moderno.

São objetivos gerais desse quarto material didático: 1. Analisar as diversas fontes de informação científica em termos de confiabilidade e veracidade; 2. Compreender a importância da Ciência no enfrentamento histórico de Endemias e Pandemias. Quanto aos objetivos específicos, eles foram assim formulados: a. Analisar as notícias sobre Ciência de modo a distinguir o conhecimento confiável das ‘fake news’; b. Perceber a ‘Infodemia’ sobre o vírus que transmite a Covid-19 como uma questão de saúde pública; c. Compreender como a ciência evoluiu no final do século XX e início do século XXI nos conhecimentos da Microbiologia e

da Virologia; d. Entender o papel da vacinação como mecanismo de controle eficaz na propagação das doenças infecciosas.

Compreender os avanços tecnológicos de controle de variantes e a necessidade de acompanhamento das novas cepas; b. Entender a relação de domesticação e convivência com os animais e a evolução do vírus Influenza; c. Aprender a relação que existe das cepas de Influenza com os animais. Para realizar esses objetivos, o ED encontra-se organizado em duas partes, a primeira mais centralmente voltada para a problematização das ‘fake news’ e do movimento antivacina, enquanto a segunda aborda a história da vacinação no Brasil e as ‘lições’ desse tempo que não devem ser ‘abandonadas’.

III. 4 Notas sobre o Ensino Investigativo e os Estudos Dirigidos

O produto tem por finalidade auxiliar o trabalho do professor no ensino de doenças, principalmente aquelas causadas por vírus, compreendendo as relações entre o conhecimento do mundo ‘invisível’ e o contexto social e histórico. O produto resgata a história do passado para compreensão do presente e transformação do futuro, procurando tornar mais crítico o ambiente que nos cerca ao contextualizar os conteúdos biológicos. Nesse processo, a intenção é fazer o estudante perceber a importância de se compreender e estudar Biologia; por isso o produto se apresenta em um modelo investigativo e com situações cotidianas reais, tornando o conhecimento biológico mais interessante e contextualizado para os jovens que frequentam o ensino médio. Na prática diária do professor, a contextualização social e histórica dos conhecimentos biológicos pode auxiliar em uma melhor compreensão do mundo ao redor, transformando os processos de ensino e aprendizagem. Afinal, para Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (1998), o uso de “episódios históricos” no ensino possibilita a construção de “uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações”, o que auxilia na “formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmitificado sem, entretanto, ser destituído de valor” (MARTINS, 1998, p. 18).

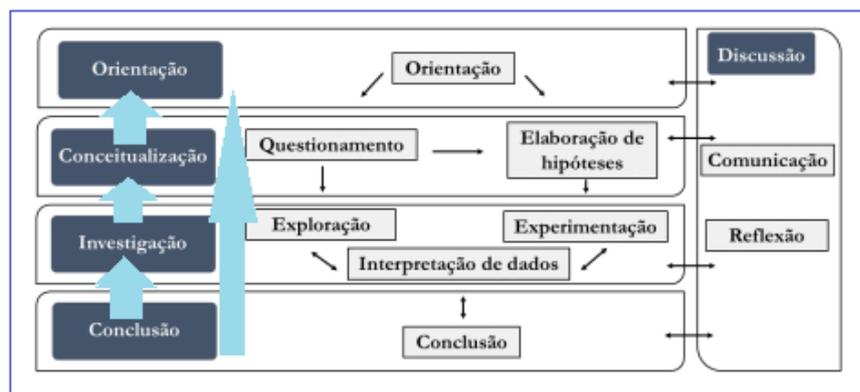
A formulação de um conjunto de Estudos Dirigidos (EDs) como produto desse Mestrado Profissional possibilitou a construção de um roteiro didático para a exploração de argumentações dos estudantes, que são levados a refletir sobre os problemas propostos por meio de uma abordagem investigativa. Aqui, a intenção é que esse produto de caráter investigativo possa ser um material didático potente no rompimento com a visão da ciência neutra no ensino de Ciências, revelando que a atividade científica é dinâmica e está inserida dentro de um contexto social e político, eliminando a visão da ciência como separada da sociedade (VIEIRA, 2012). Com tal material, torna-se possível desenvolver a leitura, compreensão,

problematização, interpretação, associação de ideias e reflexão crítica dos estudantes do ensino médio, havendo com isso uma melhor interação desse ensino com as questões sociais; afinal, os jovens são multiplicadores de informações em seus grupos e famílias.

É nesse sentido que um processo de ensino-aprendizagem investigativo se aproxima de uma aprendizagem significativa e crítica, uma vez que o ensino por investigação tem um caráter motivacional, que desperta ao interesse e a participação dos estudantes com atividades que favorecem a construção do conhecimento a partir de experiências sobre a própria realidade (VIEIRA, 2012). A partir de uma problematização inicial e da formulação das hipóteses ao longo das leituras e proposições sucessivas em cada um dos EDs, os estudantes são levados a explorar os conhecimentos científicos como parte dos processos sociais que produzem a cultura. Além disso, podemos inferir que quando os EDs são realizados como trabalhos em grupo, os estudantes podem compartilhar conhecimentos e experiências, se sentindo bem mais à vontade para a realização das atividades. Por fim, a intenção é que, diante das questões sociais apresentadas nos EDs, possamos romper com o ensino centrado quase que exclusivamente nos aspectos conceituais da ciência, investindo em uma aprendizagem significativa. Segundo a aprendizagem significativa, a predisposição para aprender envolve uma experiência afetiva (ZOMPERO E LABURÚ, 2011); nesse cenário, defendendo que o estudo das doenças virais em perspectiva histórica possibilita resgatar conhecimentos prévios dos estudantes que foram adquiridos em seus cotidianos, em particular a situação atual vivida em torno da COVID-19, sendo uma temática a ser explorada em processos de aprendizagem significativa.

Individualmente ou em grupo, o uso do produto que acompanha essa dissertação pode gerar debates que promovam a reflexão e o posicionamento crítico dos estudantes frente aos conhecimentos científicos. É nessa direção que o material investigativo aqui apresentado procura seguir o ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015), que apresenta 5 fases: orientação, conceitualização, investigação, discussão e conclusão (vide figura 16). Em cada fase existem subfases, com a fase de discussão atuando em todos os momentos. A fase de orientação é um estímulo à curiosidade dos estudantes, é o momento em que são levantadas as concepções prévias; a fase de conceitualização é o processo de elaborar conceitos e hipóteses, enquanto na investigação estão envolvidos dados ou informações que precisam ser coletadas, com fontes indicadas no trabalho, o que inclui observações, descrições, comparações e explicações. A fase de investigação é o de exploração para coleta, registro e análise de dados que respondam as questões de pesquisa, a geração de hipóteses que são as respostas possíveis a uma questão de investigação, explicações que respondam ao problema. A todo momento ocorre a comunicação e a discussão, o que leva a uma reflexão crítica sobre o tema abordado.

Figura16 - Fases e subfases do Ciclo Investigativo.



Fonte: adaptado de Pedaste *et al.*, 2015.

O início de cada ED investigativo apresenta um problema inicial, ou seja, uma pergunta problematizadora sobre o assunto a ser estudado por meio da qual os estudantes podem lançar as primeiras hipóteses, advindas das noções prévias que os alunos apresentam. É nesse instante que ocorre a reflexão e a tomada de consciência sobre o problema proposto. O ED então segue com a primeira parte com pesquisas bibliográficas, com textos que orientam, gráficos e figuras para interpretação. De acordo com as atividades de cada ED, na análise dos fatos históricos ocorridos e posterior discussão pelos grupos. A segunda parte da maioria dos EDs aborda o legado atingido pelos esforços dos cientistas e autoridades que produziram as condições de vida do presente. Após a sugestão de vídeos e podcasts a serem assistidos pelos grupos de estudantes, os materiais didáticos retornam à problematização inicial para a reavaliação das hipóteses e a conclusão das atividades, sendo importante que as conclusões obtidas sejam socializadas. Por fim, é esperado que a avaliação final dos estudantes ocorra por meio das conclusões das atividades propostas em grupo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esse estudo procura evidenciar tanto na dissertação quanto no produto, a abordagem das doenças e das formas de prevenção delas, o ensino de Biologia pode se beneficiar em muito de uma abordagem histórica. Afinal, apenas os conhecimentos biológicos atualizados, ainda que fundamentais, não são suficientes na abordagem de todos os fatos envolvidos no enfrentamento de doenças. Assim, por meio de uma história construída pelas descobertas científicas e como o comando de uma Pandemia pode influenciar nas taxas de mortalidades de uma determinada população, abordamos como exemplos a Pandemia de Gripe em 1918 e da COVID-19 em 2020, com o levantamento dos esforços científicos e sociais para o enfrentamento, principalmente, desses dois tipos de vírus: Influenza e o SARS-CoV2. Todo o investimento teórico pode resultar em um produto que teve como meta incluir conteúdos históricos e sociais que possam colaborar para a compreensão da realidade dos esforços científicos e sociais para controlar epidemias. Em diálogo com o campo do Currículo, a ideia foi problematizar o ensino das doenças que acometem os seres humanos, assumindo que essa proposta poderá inspirar novas produções envolvendo outras doenças, tais como a AIDS, a Dengue, a Malária e a Zika, para dar alguns exemplos. Defendo, portanto, que as discussões sobre a saúde no ensino de Biologia poderão ser mais interessantes e contextualizadas com a inclusão da História da Ciência nesse ensino, colaborando com uma visão mais crítica em relação à construção do conhecimento científico e à relação entre ciência e sociedade, contribuindo para a desconstrução de concepções errôneas do processo científico, já que o confronto de ideias entre os cientistas é claro e um saber passa a ser substituído por outro.

Foi interessante perceber que a Pandemia de Gripe de 1918, logo após a 1ª Guerra Mundial, teve relação com um movimento de soldados e populações que proporcionou a disseminação do vírus H1N1. Na época, os conhecimentos da Microbiologia eram apenas sobre bactérias e o dilema maior foi descobrir qual era o verdadeiro causador da doença; afinal, o vírus foi isolado somente em 1933 e, com todas as limitações da época, chamou atenção a negação das autoridades do país sobre a gravidade da doença ao deixar a atracação de embarcações com pessoas doentes entrarem no país. Considerando que a doença seria uma “simples influenza”, a população foi aconselhada a tomar a vacina contra a varíola para combater a Gripe, além da recomendação de diferentes medidas caseiras ineficazes. O país passou por dois diretores de saúde – Carlos Seidl e Teófilo Torres – que receberam muitas críticas, até que finalmente Carlos Chagas assumiu e instaurou a quarentena e o isolamento em

navios, além da obrigatoriedade da notificação compulsória dos casos.

O que causa espanto é que, após 100 anos, essa história de certo modo se repete com a Covid-19 no Brasil. Mesmo em um mundo globalizado, com informações sobre a gravidade da doença sendo relatadas diariamente, tal qual a Gripe em relação as embarcações, as pessoas chegaram nos aeroportos do país sem nenhuma restrição e rapidamente o vírus SARS-CoV-2 foi disseminado. Além disso, a negação de se cumprir as recomendações da OMS foi feita pelo Brasil, a Itália e os EUA. As mortes cresceram exponencialmente e, em pouco tempo, o país passou por quatro ministros da saúde: Luiz Henrique Mandetta; Nelson Teich; Eduardo Pazuello; Marcelo Queiroga. A diferença é que na Pandemia de COVID-19 o conhecimento científico e tecnológico para evitar tantas mortes era evidente, uma vez que o sequenciamento do vírus foi feito rapidamente e em um ano criou-se vacinas para o combate. No entanto, nossa maior dificuldade foi a negação da Pandemia, com a divulgação de medicamentos comprovadamente ineficazes e a hesitação da vacina. Tais elementos claramente evidenciam que o contexto social e histórico deve ser sempre incluído nessa temática, pois a gestão e a gerência na coordenação em endemias respondem muitas vezes diversos questionamentos no âmbito escolar. Logo o resultado de óbitos pelo Novo Coronavírus no Brasil chegou a 670.229 óbitos, segundo o painel de controle do Governo Federal¹⁴ atualizado em 24 de junho de 2022.

O sucesso da vacinação contra a COVID -19 foi evidente e muito rápido; apesar de as pessoas vacinadas ainda poderem adquirir a doença, mas com menor gravidade, levou o mundo a viver dentro de uma certa normalidade. Não podemos nos esquecer, contudo, que a vacinação foi iniciada de maneira desigual no mundo, pois o fornecimento de vacinas era restrito a alguns grupos. Por falta das mesmas, até que 70 % da população fosse vacinada a disseminação do vírus continuou e a ocorrência de novas variantes de preocupação foi inevitável. Podemos considerar, então, que do mesmo modo que a ciência compreendeu e procura se adaptar adequadamente com surtos de Gripe a COVID-19, o ensino de Biologia pode e deve se atualizar dessa história, fornecendo um ensino de caráter investigativo sobre a temática.

Assim, no ensino sobre os imunizantes, a inclusão da história da imunização ganha destaque quando ressaltamos, por exemplo, a união dos povos no combate a Varíola, com o Brasil passando a ser exemplo mundial na capacidade de distribuição de vacinas com o PNI (Programa Nacional de Imunizações), com uma relevante aceitação por parte da população. Incluir fatos históricos do passado recente é de extrema importância, também, para abordar a

¹⁴ <https://covid.saude.gov.br/>

problemática em torno do movimento que cresceu nos EUA e ganha espaço no Brasil: a Hesitação Vacinal. O enfrentamento dessa temática é absolutamente primordial e ela deve ser incluída, portanto, nos currículos de Biologia. Esse é um novo de apontar outros rumos para o ensino médio para além dos itinerários formativos do Novo Ensino Médio, focalizando os fatores históricos e sociais que, em articulação com os conhecimentos científicos, têm sido determinantes na evolução da Pandemia da COVID-19. Afinal, a educação tem um papel fundamental em iniciativas como: a cautela das medidas não farmacológicas para a prevenção de doenças; a compreensão da dispersão de microrganismos em ambientes fechados; a necessidade de ambientes adequados de moradia, com sistemas de tratamento de esgoto, uma marca das nossas desigualdades sociais etc. Concluo, por fim, que o ensino de Biologia precisa desenvolver currículos que integrem as ciências com outras áreas de conhecimento, com o objetivo de ‘solucionar’ problemas ao investigar criticamente as situações no ambiente científico e social. Dessa maneira, o material didático que segue em anexo a essa dissertação, formado por Estudos Dirigidos com caráter investigativo, pode trazer os estudantes do ensino médio para o centro dos debates que nos interessam socialmente, dando maior sentido para os conhecimentos que vimos ensinando e aprendendo nos bancos escolares do nível médio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. O.; OLIVEIRA, V. R. T.; AVELAR, J. L. S.; MOITA, B. S.; LIMA, L. M. *COVID-19: Covid-19 Fisiopatologia e Alvos para Intervenção Terapêutica. **Rev. Virtual Quim.**, 2020, 12 (6), 1464-1497. Data de publicação na Web: 17 de setembro de disponível em: 2020.<http://rvq.sbq.org.br/> Acesso em 15 fev.2022.

ANDRADE, Rodrigo de. Senhora do Caos. In: **Revista Pesquisa FAPESP**. São Paulo: FAPESP, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/senhora-do-caos/> Acesso em 19 de fev de 2021.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; RODRIGUES, Sabrina Páscoli; ORTIZ, Carlos Eduardo. História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, [S.l.], v. 4, p. 49-61, dez. 2011. ISSN 2178-2911. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/7365/5769>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

BERTUCCI, Liane Maria. PESQUISAS E DEBATES SOBRE A GRIPE DURANTE A EPIDEMIA DE 1918. – **XXV SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA** – Fortaleza, 2009. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=PESQUISAS+E+DEBATES+SOBRE+A+GRIPE+DURANTE+A+EPIDEMIA+DE+1918+Liane+Maria+Bertucci+*&btnG=anpuh.org.br. Acesso em: 2 ago.2020.

Boletim de Conjuntura Boca, Boa Vista, No 1, volume 1, ano II, 2020. Disponível em: www.revista.ufrb.br/boca, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3760078>. Acesso em 05 ago. 2020

BRAINERD, E; SIEGLER, M. V. **The Economic Effects of the 1918 Influenza Epidemic**. Discussion Paper n. 3791. Centre for Economic Policy Research. London: CEPR, 2003. Disponível em: https://papers.ssrn.com/Sol3/papers.cfm?abstract_id=394606. Acesso em: fev. Ago 2020.

BRANDÃO SCS, GODOI ETAM, RAMOS JOX, MELO LMMP, SARINHO ESC. COVID-19 grave: entenda o papel da imunidade, do endotélio e da coagulação na prática clínica. **J Vasc Bras**. 2020;19:e20200131. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.20013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jvb/a/j7v6NtBNvGSGGTDz38wnRxm/?format=html&lang=pt>. Acesso em 02 mar.2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular para o ensino Médio (BNCC)**. Documento homologado pela Portaria n° 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192.

BRITO, Azevedo de N. **La dansarina: a gripe espanhola e o cotidiano na cidade do Rio de Janeiro** [La dansarina: the influenza epidemic and the quotidian report of Rio de Janeiro city]. *Hist Cienc Saude Manguinhos*. 1997;4(1):11-30. Portuguese. PMID: 11625163. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11625163/>. Acesso em jun.2020.

CALDINI Júnior, Nelson; SASSON, S.; SILVA Júnior, César da. **Biologia do Ensino Médio**. Vol. 1, 2 e 3. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

CATANI, André. *et al.* **Ser Protagonista** (Biologia Ensino médio, vol. 1, 2 e 3). 3ª ed. São Paulo: Ed. SM, 2016.

CÂMARA Fernando Portela; CÂMARA Daniel Cardoso Portela, Moreno Marcelo. Covid-19: current and future trajectory, set. 2020. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 13377-13382 set. /Out. 2020. ISSN 2595-6825. DOI: 10.34119/bjhrv3n5-162. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJHR/article/view/17266/14031>. Acesso em 16 fev.2021.

CAMPOS, Gastão W. S. **O pesadelo macabro da Covid-19 no Brasil: entre negacionismos e desvarios. Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, 2020, e00279111. DOI 10.1590/1981-7746-sol00279. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/sQgGPbjSPqPSqYnsZxWvxwf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 fev.2021.

CANDINA, Javier Garaizar, 1918 **Microbiologia da Gripe: do bacilo de Pfeiffer à reconstrução do vírus A H1N1 em cadáveres em permafrost**. Departamento de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia, Faculdade de Farmácia, Universidade do País Basco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Gac Méd. de Bilbao. 2021; 118 Supl (1): S3-S10 aceito em 15 de dez. 2020. Disponível em: <http://www.gacetamedicabilbao.eus/index.php/gacetamedicabilbao/article/view/815> Acesso em 03 mar.2021.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 11, n. 1, p. 33-39, Apr. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000100003&lng=en&nrm=iso. Acesso em 06 ago. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100003>.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 13 mar 2022.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de Ciências por Investigação – Condições para Implementação em sala de aula**. Editora Cengage Universitário, 2010, ISBN-13:978-85221-1418-4, ISBN-10: 85-221-1418-8

COSTA, Ana Maria; RIZZOTO, Maria Lucia Frizon; LOBATO, Lenaura de Vasconcelos Costa. Na pandemia da Covid-19, o Brasil enxerga o SUS. **SAÚDE DEBATE | RIO DE JANEIRO**, V. 44, N. 125, P. 289-296, ABR-JUN 2020. DOI: 10.1590/0103-1104202012500. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/PbzsQF5MdD8fgbhmbVJf9r/?lang=pt>. Acesso em 17 fev.2021

FERNANDES, Tania Maria. Imunização antivariólica no século XIX no Brasil: inoculação, variolização, vacina e revacinação, Análise. **Hist. cienc. Saúde**, Manguinhos vol. 10 suplemento 2: 461-74, 2003 • <https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500002>, disponível

em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/YXmzZfPR5SBPKytypKyt6gd/?lang=pt>. Acesso em: 28 mai 2022.

GALHARD, Cláudia Pereira; FREIRE, Neyson Pinheiro; MINAYO, Maria Cecília de Souza; FAGUNDES, Maria Clara Marques. Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(Supl.2):4201-4210, 2020. DOI: 10.1590/1413-812320202510.2.28922020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/XnfpYRR45Z4nXskC3PTnp8z/>. Acesso em 16 fev.2020.

GATZE, Fernanda; ANDRADE, Vera Regina Medeiros. O Vírus Influenza: Revisão Narrativa Da Literatura. **Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas**, 2019; 3(2)74-82 Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI; Santo Ângelo, RS, Brasil. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/ricsb.v3i2.3298>. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322642412.pdf>. Acesso em 04 Jan.2021

GAMA, Rosineide de Melo. **Dias Mefistofélicos: A Gripe Espanhola nos jornais de Manaus (1918 – 1919)** / Rosineide de Melo Gama – Manaus, 2013. UFAM, 2013. 172 f; Il; 30 cm Orientador: Prof. Dr. Almir Diniz de Carvalho Junior Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Humanas e Letras, 2013. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3971> Acesso em 18 maio 2020. CDU 719 (811).3

GOMES, Guilherme Gallo Costa *et al.* Perfil epidemiológico da Nova Doença Infecciosa do Coronavírus-COVID-19 (Sars-Cov-2) no mundo: Estudo descritivo, janeiro-junho de 2020. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 7993-8007, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-064>. Acesso em 12 fev.2022.

GOULART, Adriana da Costa. Revisitando a espanhola: a gripe pandêmica de 1918 no Rio de Janeiro. **Hist. cienc. Saúde**, Manguinhos [online]. Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 101-142. Abr. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702005000100006&lng=en&nrm=iso. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000100006>. Acesso em: 18 maio 2020.

HENRIQUES, C. A. Dupla epidemia: febre amarela e desinformação. **Rev Eletrônica Comunicação Informação Inovação Saúde** 2018; 12(1):9-13, Reciis – Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde. 2018 jan.-mar.;12(1):9-13 | [www.reciis.icict.fiocruz.br] e-ISSN 1981-6278. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29397/reciis.v12i1.1513>. Acesso em 17 fev.2021.

JESUS, Alice Aurora Batalha. **Estudo de Cepas de Haemophilus influenzae isoladas no Período Pré e Pós-vacinal com a vacina contra o Hib**: Caracterização de Marcadores de Resistência a Antibióticos e Possíveis Mudanças Genéticas na Região Capsular do H- Rio de Janeiro, 2010. INCQS/FIOCRUZ, 2010. xviii, 92f. il., tab. Orientadores Prof. Dr. Antônio Eugênio C.C. de Almeida, Prof. Dr. Ivano de Filippis. Disponível em: "<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4015>. Acesso em: 11 mar.2021.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. rev. e ampl., 2º reimpr. São Paulo: Edusp, 2008. ISBN978-85-314-0777-2,. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=W4b0wYFt3fIC&oi=fnd&pg=PA11&dq=curr%C3%ADculos+do+ensino+de+biologia&ots=8FVB0Vdq5i&sig=IQINcW9rgND9eGby7ZZWelqndH8#v=onepage&q=curr%C3%ADculos%20do%20ensino%20de%20biologia&f=fals>. Acesso em: 13 set.2020.

KIND, Luciana; CORDEIRO, Rosineide. Narrativas sobre a morte: a Gripe Espanhola e a COVID-19 no Brasil. **Psicol. Soc.**, Belo Horizonte, v. 32, e020004, 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822020000100403&lng=en&nrm=iso>. Epub em 04 de setembro de 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-0310/2020v32240740>. Acesso em 03 de março de 2021.

LEVINSON, Warren. tradução: Martha Maria Macedo Kyaw. **Microbiologia médica e imunologia [recurso eletrônico]** 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. Editado também como livro impresso em 2010 ISBN 978-85-63308-72-6.

LIMA, Eduardo Jorge da Fonseca, ALMEIDA, Amalia Mapurunga, KFOURI, Renato de Ávila. Vacinas para COVID-19 - o estado da arte. **Rev. Bras. Saúde Mater. Infant.** 21 (Suppl.1), fev.2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/hF6M6SFrhX7XqLPmBTwFfVs/?lang=pt>. Acesso em: jun 2022.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo & FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, Lilian, – Grupo de estudos e pesquisa em Ciências e Ensino- FE-, **Jornal semestral do GepCE, Unicamp**, dezembro 1998, número 5, ISSN1414-5111, Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/historia_ciencia.pdf., Acesso em: 12 set.2020.

MATOS, Haroldo José de. A próxima pandemia: estamos preparados? **Rev Pan-Amaz Saude, Ananindeua**, v. 9, n. 3, p. 9-11, set. 2018. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232018000300009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 25 ago. 2020.

MESQUITA TAVEIRA, Gustavo Diniz; SILVA CARNEIRO, Gabriela; STRIBEL, Guilherme Pereira. Políticas Públicas De Popularização Da Ciência E Movimentos Anticientificistas No Brasil: Uma Análise Discursiva. **Periferia**, v. 13, n. 1, p. 387-409, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/periferia/article/view/50074>. Acesso em 12 mar.2022.

MICHELON, C. M. Principais variantes do SARS-CoV-2 notificadas no Brasil. **RBAC**. 2021;53(2):109-116. Recebido em 10/03/2021. Aprovado em 29/04/2021. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2021/10/RBAC-vol-53-2-2021_artigo01.pdf DOI: 10.21877/2448-3877.202100961. Acesso em 12 mar.2022.

MOREIRA, Antonio Flavio; SILVA, Tomaz Tadeu da. Sociologia e Teoria Crítica do Currículo: uma introdução. In: **Currículo, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Cortez, 1994, p. 7-31.

MORENS, David M., TAUBENBERGER, Jeffery K. Influenza 1918: a mãe de todas as Pandemias. **Rev Biomed** 2006; 17:69-79, Vol. 17/No. 1/Jan-Mar, 2006 E-mail: revbiomed@mucuy.uady.mx Accepted March 1, 2005. Disponível em: <http://www.uady.mx/sitios/biomedic/revbiomed/pdf/rb061719.pdf>. Acesso em 03 fev.2021.

OS ÚLTIMOS DIAS DA VARIÓLA. **Revista Manguinhos** n°8, seção Fio da História, Rio de Janeiro, out.2005. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/outubro-2005>. Acesso em nov.2020.

OLIVEIRA Adriana Cristina; LUCAS Thabata Coaglio; IQUIAPAZA Robert Aldo. O que a pandemia da Covid-19 tem nos ensinado sobre adoção de medidas de precaução? **Texto Contexto Enferm [Internet]**. 2020; 29:e20200106. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0106>. Acesso em 12 fev.2021.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; VAN RISIEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, 2015, 14, 47- 61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Disponível em: <https://research.utwente.nl/en/publications/phases-of-inquiry-based-learning-definitions-and-the-inquiry-cycl>. Acesso em: mar 2022.

RAFAEL, Ricardo de Mattos Russo et al. Epidemiologia, políticas públicas e pandemia de Covid-19: o que esperar no Brasil? [Epidemiology, public policies and Covid-19 pandemics in Brazil: what can we expect?]. **Revista Enfermagem UERJ**, [S.l.], v. 28, p. e 49570, abr. 2020. ISSN 0104-3552. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerj/article/view/49570>. Acesso em: 16 fev. 2021. doi:<https://doi.org/10.12957/reuerj.2020.49570>.

RODRIGUES, Bruna Furlaneto; FARIAS, Fernanda; TAKARA, Glaucia; PAVIN, Larissa; SENA, Lilian; NASCIMENTO, Marina; POMPILIO Milla; SOUSA, Cristina Paiva de. Virus Influenza E O Organismo Humano. **Revista APS**, v.10, n.2, p. 210-216, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/13virus.pdf>. Acesso em:05 de jan. 2021.

RUIZ, Fernando José Goes. Ponto de Vista- INFLUENZA A (H1/N1). São Paulo, publicação em 27/8/2009. **Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba**, v. 11, n. 3, p. 35 - 36, 2009. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/RFCMS/article/viewFile/2155/1295>. Acesso em:06 abr.2021.

SANTIAGO, M. (2010). Variação denominativa na terminologia médica: o caso da gripe A H1N1. **Tradterm**, 16, 397-410. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-9511.tradterm.2010.46326>. Acesso em: 20 mai.2020.

SANTOS, Ricardo Augusto dos. O Carnaval, a peste e a 'espanhola'. **Hist. cienc. saúde-Manguinhos**. Rio de Janeiro, vol. 13, n° 1, jan./Mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/Z9Lr5HqtjXzFsTD5FFvGFBQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 maio 2020.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: Relações Entre Ciências Da Natureza E Escola <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04> Artigo • **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte) 17 (spe) • Nov 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 20 mar 2022.

SASSERON, L.H, PESSOA, DE C. A. M. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(1), pp. 59-77, 2011. Faculdade de Educação-

Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 16 fev 2022.

SCHATZMAYR, H. G. Novas perspectivas em vacinas virais. **História, Ciências, Saúde Manguinhos**, vol. 10 (suplemento 2), Rio de Janeiro: 655-69, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/VjJzQVWWZtVxSqMmMM4R3WB/?lang=pt>. Acesso em: 31 mai 2022.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: Martha Marandino; Sandra Escovedo Selles; Marcia Serra Ferreira; Antonio Carlos Rodrigues de Amorim. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: EDUFF, 2005, p. 50-62.

SENHORAS, Elói Martins. Coronavírus e o papel das Pandemias na história humana. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**. Ano II | Volume 1 | Nº 1| Boa Vista | 2020. Disponível em: www.revista.ufr.br/boca <http://doi.org/10.5281/zenodo.3760078>. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

SEQUEIRA, Manuel e LEITE, Laurinda. História da Ciência no Ensino - aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, 1988,1(2),29-40 C.E.E.D.C- Universidade do Minho. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/436>. Acesso em 12 mar. 2022.

SIDERA, A. Bérghamo, a cidade na Itália devastada pelo coronavírus por uma decisão dos patrões. Tradução de: Simone Paz Hernández e Rôney Rodrigues. **Revista Contexto**. Rio de Janeiro. 15 de abril de 2020 às 12:04. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/04/15/berghamo-a-cidade-na-italia-devastada-pelo-coronavirus-por-uma-decisao-dos-patroes>. Acesso em: 6 mar. 2022

SILVA, Antônio Augusto Moura da. Sobre a possibilidade de interrupção da epidemia pelo coronavírus (COVID-19) com base nas melhores evidências científicas disponíveis. **Rev. bras. epidemiol.**, Rio de Janeiro, v. 23, e200021, 2020. Epub Mar 16, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720200021>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2020000100100&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 ago. 2020.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade**. Uma Introdução às Teorias do Currículo. 3ªed., 1ªreimpr. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, Paola Cristina Resende. **Dinâmica Molecular Dos Vírus Influenza A (H1n1) Pandêmico Em Cinco Anos De Circulação No Brasil** – Rio de Janeiro, 2015. xviii,176 f.: il. Tese (Doutorado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, 2015. Bibliografia: f. 158-172. Acesso em 11 de nov.2021.

SOARES, Pedro Paulo e NOGUEIRA, Inês Santos. **Objeto em foco**, produto de divulgação do acervo museológico. fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/1498-objeto-em-foco-pistola-de-vacinacao>. Acesso em: 26 mai 2022.

TALLEDO, Miguel e ZUMAETA, Katty. Vírus da gripe e as novas pandemias de gripe A / H1N1 **Rev. Peru. Biol.** 16 (2): 227 - 238 (dezembro de 2009) © Faculdade de Ciências Biológicas UNMSM 1 Laboratório de Fagotopia e Virologia Geral. Faculdade de Ciências Biológicas. Universidade Nacional de San Marcos. Apresentado:03/08/2009 Aceitaram:17/11/2009 Publicados conectados: 12/01/2010. Instituto Peruano de Biologia Molecular. Disponível em: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000100019. Acesso em 11 de nov.2021.

TAY MZ, POH CM, RÉNIA L, MACARY PA, NG LFP. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. **Nat Rev Immunol.** 2020 Jun;20(6):363-374. doi: 10.1038/s41577-020-0311-8. Epub 2020 Apr 28. PMID: 32346093; PMCID: PMC7187672. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32346093/>. Acesso em 19 fev.2022.

TENFEN, Danielle Nicolodelli. Editorial: Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1-2, abr. 2016. ISSN 2175-7941. doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n1p1>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p1>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

TEMPORÃO, J. G. O Programa Nacional de Imunizações (PNI): origens e desenvolvimento. **História, Ciências, Saúde**. Manguinhos, vol. 10 (suplemento 2): 601-17, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/XqLKLcj6NYjHdywSF6XPRZs/abstract/?lang=pt> <https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000500008>. Acesso em: 27 mai 2022.

TIZARD, Ian R. **Imunologia veterinária: uma introdução**. 9. ed. São Paulo: Saunders Elsevier, 2009. xvi, 587 p. 174-175, il. Acesso em 10 mar.2022.

TORRES, Cesar Augusto Fernandes. **Considerações sobre a Gripe**. Dissertação Inaugural apresentada à Faculdade de Medicina do Porto. Enciclopédia. Disponível em: [Portuguesafile:///C:/Users/User/Downloads/180_6_FMP_I_01_C%20\(5\).pdf](Portuguesafile:///C:/Users/User/Downloads/180_6_FMP_I_01_C%20(5).pdf). Acesso em 3 de mar.2021.

VALVERDE, Ricardo. **Variante ômicron representa mais de 95% dos genomas sequenciados no país**. Agência Fiocruz de notícias. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/variante-omicron-representa-mais-de-95-dos-genomas-sequenciados-no-pais>, 07 fev.2022. Acesso em 12 mar.2022.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Repositório Institucional Unesp. Dissertação de doutorado 16 out.2012 Faculdade de ciências de Bauru. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102039>. Acesso em: 26 mai.2022.

VILANOVA, Manuel. Vacinas e imunidade, Prevenção de doenças infecciosas, **Rev. Ciência Elem.**, V8 (02):021. Universidade do Porto. doi.org/10.24927/rce2020.021. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2020/021/>, acesso em: jun. 2022.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; Laburú, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em**

Ciências (Belo Horizonte) Dez 2011, Volume 13 Nº 3 Páginas 67 - 80
<https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>. Disponível em:
<https://search.scielo.org/?q=ensino+de+ciencias+aspectos+hist%C3%B3ricos+e+diferentes+a+bordagens&lang=pt&filter%5Bin%5D%5B%5D=scl>. Acesso em: 25 mai. 2022

Anexo – Parecer do CEP

UFRJ - INSTITUTO DE
ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO / IESC -
UFRJ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Transformações no currículo de Biologia em meio a pandemia da Covid19: ensinando sobre ciência, saúde e o futuro da humanidade

Pesquisador: REJANE BIANCHINI GRECO ALVES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 45642921.1.0000.5288

Instituição Proponente: Instituto de Biologia

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.739.063

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo, no âmbito de curso de Mestrado profissional da proponente, que agrega levantamento historiográfico relacionado à história de pandemias progressas e o uso didático da história da ciência na disciplina Biologia, e produção de material didático voltado para o ensino dos conhecimentos biológicos envolvidos na compreensão das pandemias que, desde a Gripe Espanhola em 1918, direcionado ao ensino médio a partir da elaboração de estudos dirigidos.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto tem como objetivo principal referido "abordar como a ciência vem produzindo e disseminando conhecimentos para enfrentar as doenças que se espalharam pelo mundo a partir do século XX, produzindo um material didático especificamente voltado para o ensino dessa temática nas aulas da disciplina escolar Biologia. A intenção é produzir um material didático investigativo, contextualizado e interdisciplinar sobre pandemias, com base na História da Ciência, superando a segmentação dos conhecimentos escolares sobre o tema."

E como objetivos específicos:

- "Levantar informação científica confiável e interdisciplinar sobre as pandemias desde a gripe

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária
Bairro: Ilha do Fundão CEP: 21.941-698
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2598 E-mail: {

Continuação do Parecer: 4.738.053

espanhola até o momento atual, com o enfrentamento da Covid19;

- Levantar a produção bibliográfica e didática sobre o uso da História da Ciência no ensino da disciplina escolar Biologia, em particular no ensino sobre as doenças;
- Problematicar o uso da História da Ciência no ensino da disciplina escolar Biologia, tomando como referência os estudos curriculares;
- Elaborar uma abordagem didática sobre o tema com base na História da Ciência;
- Produzir um material didático investigativo, contextualizado e interdisciplinar, que possa ser utilizado na disciplina escolar Biologia com os estudantes do ensino médio”.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não haverá participação de professores ou estudantes neste estudo. Portanto, não há riscos e benefícios a potenciais sujeitos de pesquisa. No formulário de informações básicas a pesquisadora menciona que “a pesquisa envolve risco muito baixo com relação ao pesquisador que possa vir a se contaminar com a Covid-19, comprometendo a conclusão do trabalho e posterior avaliação”.

Como benefícios, a mesma afirma que “Os benefícios que esta pesquisa pode trazer para a sociedade abrange reflexões e melhorias na abordagem da História da Ciência e nos avanços científicos que a mesma alcançou, ajudando no aprendizado dos conteúdos que deixam de ser fragmentados e sem contextualização e sentido para o aluno, facilitando o processo de Ensino na Disciplina de Biologia. O trabalho também busca uma melhoria nos currículos de Biologia enfatizando a produção científica como parte do meio social que vivemos e que também sofrem interferências e não estão isoladas”.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não haverá coleta de dados de participantes no estudo apresentando, restringindo-se a uma revisão bibliográfica de periódicos no campo da história da ciência e de Educação e Currículo; portanto, não há necessidade do presente projeto ser apreciado eticamente por este Comitê, segundo as Resoluções 486/12 e 510/18 do CNS/MS.

No entanto, embora a pesquisadora declare “ainda que este projeto não preveja o uso do material didático com professores ou estudantes”, a mesma afirma:

“Ainda que o projeto não tenha, portanto, uma intencionalidade direta de análise do uso desse

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária
 Bairro: Ilha do Fundão CEP: 21.941-598
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)3938-2598 E-mail: {

UFRJ - INSTITUTO DE
ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO / IESC -
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.739.063

material didático durante o Mestrado, ele tem como inspiração e será avaliado em meio às minhas experiências docentes no Centro Integrado de Educação pública (CIEP) Brizolão localizado em Duque de Caxias no Estado do Rio de Janeiro".

Contudo, este Comitê está entendendo que não haverá participação de professores ou discentes no estudo ora apresentado e que, portanto, não está sujeito à apreciação ética, sendo, portanto, o documento retirado. Caso haja alguma avaliação do material com sujeitos de pesquisa, o projeto, então, deverá ser submetido ao CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto assinada pela pesquisadora e a direção da unidade executora.

TCLE não apresentado pois não envolve pesquisa com seres humanos

Cronograma apresentado

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1728014.pdf	12/04/2021 18:28:53		Aceito
Cronograma	cronograma_proj.pdf	12/04/2021 18:23:16	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito
Outros	carta_pesq_copia.docx	12/04/2021 18:09:27	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito
Outros	carta_pesq.docx	12/04/2021 18:07:19	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito
Outros	curriculo_pesquisadores.doc	12/04/2021 18:00:47	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	pre_projeto_rejane.docx	12/04/2021 18:59:12	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária
Bairro: Ilha do Fundão CEP: 21.941-598
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2598 E-mail: {

UFRJ - INSTITUTO DE
ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO / IESC -
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.738.053

Investigador	pre_projeto_rejane.docx	12/04/2021 16:59:12	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito
Folha de Rosto	rejane_folha_de_rosto.pdf	12/04/2021 16:48:46	REJANE BIANCHINI GRECO ALVES	Aceito

Situação do Parecer:

Retirado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 27 de Maio de 2021

Assinado por:
Jaqueline Teresinha Ferreira
(Coordenador(a))

APÊNDICE

Para acessar o E-Book Transformações no currículo de Biologia durante a pandemia da COVID-19: ensinando sobre ciência, saúde e o futuro da humanidade utilizar o link abaixo:

<https://drive.google.com/file/d/1tadBwMtNdfkdPrgw0rlpmR2ck2yhrchn/view?usp=sharing>