



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá

DOUGLAS DOMINGUES GLANSMANN

O uso de máscaras contra a COVID-19: percepção e importância perante os discentes

Guaratinguetá - SP
2023

Douglas Domingues Glansmann

O uso de máscaras contra a COVID-19: percepção e importância perante os discentes

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Física.

Orientador (a): Prof.^a. Dra. Alice Assis
Coorientador (a): Prof. Mestre Plínio Ivo Gama Tenório

Guaratinguetá - SP
2023

G545u	Glansmann, Douglas Domingues O Uso de máscaras contra a COVID-19: percepção e importância perante os discentes / Douglas Domingues Glansmann – Guaratinguetá, 2023. 49 f : il. Bibliografia: f. 48-49 Trabalho de Graduação em Física (Licenciatura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023. Orientadora: Profª. Drª. Alice Assis Coorientador: Prof. Me. Plínio Ivo Gama Tenório 1. Covid-19(Disease). 2. Pandemias. 3. Aprendizagem baseada em problemas. 4. Aprendizagem ativa. 5. Máscaras. I. Título. CDU 614
-------	---

DOUGLAS DOMINGUES GLANSMANN

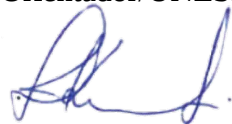
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM LICENCIATURA EM FÍSICA"

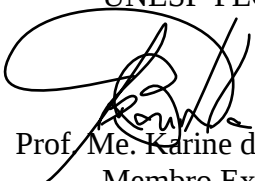
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA


Prof. Dr. Marco A. Alvarenga Monteiro
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Alice Assis
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. Isabel Cristina de Castro Kondarzewski
UNESP-FEG


Prof. Me. Karine de Cássia Prado Batista
Membro Externo

Fevereiro de 2023

dedico este trabalho à minha família
e de modo especial, à minha esposa Camila.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente pretendo agradecer a minha esposa *Camila Miranda de Castro Glansmann*, que desde 2009, quando nem éramos casados ainda, tem me acompanhado, incentivado e apoiado amorosamente e pacientemente nessa jornada, com mudanças de universidade, vestibulares, reprovações em matérias, estudos até tarde da noite para passar em exame, e fez tudo o que pode para que eu conseguisse me graduar, até venceu seus próprios medos, como o de dirigir, para poder me ajudar. Ela está comigo desde quando eu não tinha nada, somente um diploma de ensino médio e fazia um curso técnico em mecânica, e sempre me apoiou em todas as etapas que me trouxeram até esse momento que é a finalização da minha graduação, e todas as vezes que eu deveria estar estudando, ela me lembrava quando eu me distraía e não conseguia focar em meus estudos.

Agradeço aos meus pais, *Luciano* e *Marisete*, que desde criança me incentivaram a estudar, e sempre fizeram o seu melhor para que eu pudesse ter uma boa educação. Me ensinaram que qualquer trabalho é digno, e deve ser feito da melhor forma possível, pois se for bem-feito será recompensado. Me educaram para entender a diferença entre certo e errado para viver em sociedade. Apoiaram quando fiz estágio não remunerado no IEAv (Instituto de Estudos Avançados), e que possibilitou conhecer um pouco do que é pesquisa científica e iniciar minha jornada pelos vestibulares e cursos de graduação. Além de todo apoio que me deram durante a graduação.

O pesquisador *Paulo G. Toro*, que me convidou a participar como colaborador técnico de um projeto de pesquisa com ele, e me incentivou a continuar estudando mesmo quando uma nova oportunidade profissional apareceu e deixei o projeto. Seu incentivo também me fez chegar aonde estou, mesmo que tenha ocorrido antes de eu sequer pensar em fazer Licenciatura em Física.

Quero agradecer ao meu amigo *Lívio*, que me falou sobre o curso de Licenciatura em Física na FEG, e me incentivou a fazer o vestibular e me ajudou depois que eu já estava lá cursando a minha graduação.

Aos amigos *Othon Sabino*, *Gerlei*, *Danilo Monteiro* e *Ravena* que me ajudaram durante a minha graduação, também quero agradecer.

Os professores *Luiz Leduíno* e *Marli Leite* da instituição Unifesp – ICT – Campus de São José dos Campos, agradeço a dedicação e apoio quando estive fazendo graduação naquela instituição. Aproveito a agradecer a todos os demais professores e apoio administrativo que faziam parte daquela instituição quando estive por lá.

Ao professor *Rafael Sfair* quero agradecer por me incentivar a não desistir do curso de Cálculo 2, e mesmo eu tendo desistido da primeira vez, na segunda vez que cursei essa matéria, foi extremamente solícito e sempre tirou qualquer dúvida, mesmo que a mais simples. E agradeço também por ele ter ministrado um dos cursos que mais gostei na FEG, o curso de Introdução a Astronomia Fundamental.

Sou grato ao corpo docente da *Escola Estadual João Feliciano*, onde fiz meu estágio supervisionado, e especial a professora *Tamara Hild* que me orientou durante boa parte do estágio, e ao professor *Plínio Tenório*, que além de me acompanhar durante o estágio, sugeriu as atividades que me levaram a realizar esse TCC e atuou como coorientador deste trabalho.

Também quero agradecer a todo o corpo docente e equipe de apoio administrativo da FEG, que de alguma maneira me ajudaram durante essa trajetória percorrida até o fim da minha graduação.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer a professora *Alice Assis*, pelas aulas dadas em seus cursos de maneira a fazer com que eu gostasse mais ainda de ensinar, e agradeço por ela ter aceitado ser minha orientadora no TCC.

Nunca deixe que alguém lhe diga que não pode fazer algo. Se você tem um sonho, tem que protegê-lo. As pessoas que não podem fazer por si mesmas, dirão que você não consegue. Se quer alguma coisa, vá e lute por ela. Ponto final.

À Procura da Felicidade (2006)

RESUMO

Durante meu estágio em 2022 numa escola na região central da cidade de Jacareí, o COVID-19 voltou a ser uma preocupação, pois os aumentos de casos de contaminação pela doença fora e dentro da escola dispararam, então a coordenação da escola solicitou que fossem providenciadas aulas voltadas a reforçar a prevenção contra a COVID-19. Com a intenção de reforçar a utilização das máscaras, o professor preparou aulas com informações sobre como funcionam as máscaras, e para saber o hábito de utilização de máscaras pelos alunos, aplicou um questionário aos alunos e uma atividade experimental para mostrar a eficiência das camadas de tecidos nas máscaras, incentivando assim, a enculturação científica nos alunos com o auxílio de uma atividade experimental. Foi identificado que os alunos já tinham a preocupação e estavam conscientes da necessidade de utilizarem máscaras e se vacinarem. Então possivelmente o crescimento de casos de COVID-19 se deu pelo fato dos poucos alunos que não tinham o cuidado em se prevenir.

PALAVRAS-CHAVE: Covid-19; enculturação científica; atividade experimental.

ABSTRACT

During my internship in 2022 at a school in the central region of the city of Jacareí, COVID-19 was again a concern, as the increase in cases of contamination by the disease outside and inside the school skyrocketed, so the school coordination requested that measures be taken classes aimed at strengthening prevention against COVID-19. With the intention of reinforcing the use of masks, the teacher prepared classes with information about how masks work, and to find out about the habit of using masks by students, he applied a questionnaire to students and an experimental activity to show the efficiency of layers of fabrics on the masks, thus encouraging scientific enculturation in students with the help of an experimental activity. It was identified that students already had concerns and were aware of the need to wear masks and get vaccinated. So possibly the growth in cases of COVID-19 was due to the fact that the few students were not careful to prevent themselves.

KEYWORDS: Covid-19; scientific enculturation; experimental activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Situações de eventos expiratórios: (a) espirro; (b) espirro com máscara de 1 camada de algodão; (c) espirro com máscara de 2 camadas de algodão; (d) espirro com máscara cirúrgica.	19
Figura 2 – Simulação atomização de uma gotícula.	21
Figura 3 – Impacto de uma gotícula com uma camada de tecido de máscara.....	21
Figura 4 – Impacto de uma gotícula com tecidos de máscara: A – uma camada; B – duas camadas; C – três camadas.	22
Figura 5 – Comparação tamanho de partículas com diâmetro inferior a 10 micrometros.	31
Figura 6 – Tamanho relativo das partículas.....	32
Figura 7 – Velocidade das gotículas.....	32
Figura 8 – Diferenças na emissão por expiração: (a) Sem máscara; (b) KN95; (c) máscara cirúrgica.	33
Figura 9 – Simulação de dispersão de gotículas através do tempo	33
Figura 10 – Diferença entre os tecidos: (a) respirador N95; (b) máscara cirúrgica; (c, d) TNT SMS; (e) TNT simples; (f) algodão com costura frontal; (g) algodão com trama aberta; (h) algodão com trama fechada; (i) algodão com tamanho heterogêneo e padrão de vazios.....	34
Figura 11 – (a) Microscópio portátil; (b) Imagem do tecido das máscaras (USB portátil).....	36
Figura 12 – Registro no papel milimetrado da simulação espirro sem proteção.....	37
Figura 13 – Camada de TNT após simulação de espirro.....	37
Figura 14 – Registro no papel milimetrado da simulação do espirro com máscara de uma camada.	38
Figura 15 – Camadas de TNT após simulação do espirro. (a) camada 1; (b) camada 2.	39
Figura 16 – Registro no papel milimetrado da simulação do espirro com máscara com duas camadas de TNT.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Eficiência de filtragem das máscaras	34
Gráfico 2 – Alunos vacinados contra a COVID-19.....	40
Gráfico 3 – Alunos que usam máscara na escola.	41
Gráfico 4 – Alunos que usam máscara fora da escola.	41
Gráfico 5 – Percepção dos alunos do grau de importância do uso de máscaras na escola.	42
Gráfico 6 – Percepção dos alunos do grau de importância do uso de máscaras fora da escola.	42
Gráfico 7 – Percepção dos alunos sobre a relação de se vacinarem e usarem máscaras.	43
Gráfico 8 – Motivos para usar máscara na escola.	44
Gráfico 9 – Motivo para usar máscara fora da escola.	44
Gráfico 10 – Motivos de não usarem máscara.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Programa de aulas.....	29
----------------------------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	O CORONAVÍRUS	15
2.1	HISTÓRICO	15
2.2	PANDEMIA NO BRASIL	16
2.3	COVID-19, SEUS SINTOMAS E IMPACTOS	17
2.4	AERODISPERSÓIDES E MÁSCARAS	18
3	O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	23
4	METODOLOGIA.....	27
4.1	EXECUÇÃO DAS AULAS	29
4.1.1	Aulas 1 e 2 - Apresentação do projeto e participação na pesquisa sobre o comportamento no uso de máscaras via questionário.....	29
4.1.2	Aulas 3 e 4 – Apresentação do conteúdo teórico	31
4.1.3	Aula 5 – Apresentação do funcionamento das máscaras	35
4.1.4	Aula 6 - Experimento.....	36
4.1.4.1	Materiais	36
4.1.4.2	Procedimentos e execução	36
5	RESULTADOS OBTIDOS	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Em maio de 2022 houve um aumento nos casos de COVID-19 pelo país todo, e isso refletiu diretamente numa escola da região central da cidade de Jacareí, então a direção e a coordenação da escola pediram para que os professores reforçassem em suas aulas a importância da prevenção contra a COVID-19, de forma geral, a necessidade de utilização de máscaras, vacinação, distanciamento social e utilização de álcool para higienização. Foi proposto por um professor de Física uma aula para reforçar a importância do uso das máscaras, falando dos conceitos físicos que envolvem o seu funcionamento, com o intuito de reforçar nos alunos a cultura científica, realizando com eles um experimento que simulava o tecido de uma máscara, assim além de demonstrar o funcionamento das máscaras seria possível estimular a curiosidade dos alunos pela Física e pelo método científico. Uma pesquisa, antes do projeto, foi realizada com os alunos para entender como eram seus hábitos de prevenção com relação ao COVID-19 e, durante o projeto, foi realizada uma pesquisa observacional com os alunos, verificando seus comportamentos e hábitos.

Neste trabalho, os planejamentos de aula e o experimento tinham como objetivo conscientizar os alunos acerca da importância da utilização de máscaras na pandemia, principalmente mediante o cenário de aumento de casos de COVID-19 que ocorria. Nessa perspectiva, buscamos responder à seguinte pergunta de pesquisa: Qual foi a reação dos alunos após a realização do experimento?

Para tanto, estruturamos o trabalho de modo que, na seção 2, abordamos sobre o coronavírus, sua origem, fatos relevantes sobre essa família viral e os fatos relacionados à pandemia da COVID-19 no mundo. Apresentaremos também os fatos que ocorreram após o primeiro registro da doença no Brasil, uma vez que houve no país um aumento de casos, tão acelerado quanto no resto do mundo, então, algumas ações governamentais foram tomadas para tentar conter a evolução no número de casos. A doença, seus sintomas, sua velocidade de transmissão, as dificuldades de tratamento, o desenvolvimento da vacina e a vacinação também foram tópicos abordados nessa seção, tal como explicação sobre aerodispersóides e máscaras de proteção contra a COVID-19.

Ensinar ciências nas escolas tem sido um desafio para o professor dessa área, principalmente no ensino público. Uma avaliação sobre alguns aspectos e ferramentas que podem contribuir para driblar as dificuldades relativas ao ensino de ciências são discutidos no decorrer da seção 3 deste trabalho.

O planejamento das aulas e do questionário, a aplicação do questionário, a execução das aulas e do experimento são assuntos abordados na seção 4.

Na seção 5, os resultados obtidos pelo questionário são discutidos e analisados.

Na seção 6, apontamos as considerações finais acerca dos resultados e das observações realizadas neste trabalho.

2 O CORONAVÍRUS

2.1 HISTÓRICO

Por volta dos anos 1960 os Coronavírus (CoV) se tornaram conhecidos, eles são uma família viral grande e causam infecções em animais e humanos. Em sua maioria a infecção por um coronavírus causa uma doença respiratória de leve a moderada, como um resfriado. Crianças são mais suscetíveis a se infectar com um coronavírus, mas todos estamos aptos a nos infectar. Entretanto, com alguns tipos de coronavírus, a infecção por eles causada pode desenvolver uma síndrome respiratória grave, como exemplo a SARS (sigla em inglês para “Severe Acute Respiratory Syndrome”) ou síndrome respiratória aguda grave. Os primeiros registros da SARS foram na China em 2002 causada pelo coronavírus associado SARS-CoV. A SARS se tornou uma epidemia global e foi controlada em 2003, mas não antes de infectar cerca de 8.000 pessoas e levar a óbito aproximadamente 800 pessoas.

Em 2012 um novo coronavírus diferente do causador da SARS é relatado, as pessoas infectadas por ele ficaram restritas a região do oriente médio, ou que viajaram até lá ou tiveram contato com quem viajou até àquela região. Pelo local em que os casos proliferaram, a doença causada por esse novo coronavírus ficou conhecida como síndrome respiratória do Oriente Médio, ou MERS (sigla do inglês “Middle East Respiratory Syndrome”) e o coronavírus a ele associado conhecido como MERS-CoV.

Ao final de 2019 a Organização Mundial de Saúde (OMS) foi alertada sobre uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos e estava causando pneumonia nos moradores da cidade de Wuhan, na República Popular da China. As autoridades da China, em 07 de janeiro de 2020, confirmaram ser um novo tipo de coronavírus o agente causador dos casos de pneumonia em Wuhan. Esse coronavírus recebeu um nome provisório até que fosse estudado e nomeado definitivamente. Logo, essa nova cepa foi então oficialmente nomeada em 11 de fevereiro de 2020 de SARS-Cov-2 e é responsável pela Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) (CDC, 2023), mas, antes mesmo desse novo coronavírus receber o nome oficial foi declarado, em 30 de janeiro de 2020 pela OMS, que o surto, do até então nomeado 2019-nCoV, constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII).

Em 11 de março de 2020 a COVID-19 foi caracterizada como uma pandemia global pela OMS, mas o termo se refere à distribuição geográfica que a doença atingiu e não a sua gravidade.

2.2 PANDEMIA NO BRASIL

No Brasil, o primeiro caso confirmado de COVID 19, pelo Ministério da Saúde, foi em 26 de fevereiro de 2020, o paciente havia retornado de uma viagem para a Itália e daí em diante os casos foram aumentando, em 17 de março, daquele mesmo ano, foi registrada a primeira morte por COVID-19 e, em 16 de abril, todos os estados já registravam óbito pela doença. Um mês depois, em 16 de maio, atingimos número suficiente para sermos o 4º país com maior número de infectados por COVID-19, mas isso não antes de passarmos em 9 de maio, pela marca de 10 mil óbitos pela COVID-19.

Segundo os dados do próprio Ministério da Saúde, a contaminação pelo vírus do COVID-19 tem forma exponencial quando colocados os dados em um gráfico, ou seja, uma pessoa infectada contamina outras duas pessoas e essas duas pessoas contaminam outras quatro pessoas e assim por diante. Essa forma de contaminação dificulta a contenção da infecção pelo coronavírus causador da doença COVID-19.

Outro fator contribuinte para a propagação do coronavírus era o fato de pessoas contaminadas, porém assintomáticas, serem potenciais transmissores da doença, pois uma pessoa sem sintomas não se protege, não protege ao próximo, e como não está doente, está levando uma vida normal e entrando em contato com inúmeras outras pessoas, que por sua vez entram em contato com inúmeras outras pessoas. Isso ajudava com que o número básico de reprodução do SARS-CoV-2 fosse alto em comparação com outros coronavírus, seu Número Básico de reprodução de alastramento da doença viral sobre a população susceptível (R_0) (ROSSI; TERNES, 2015) chegou a 6,49 na província de Hubei, localizada na China.

Com base nos dados até então divulgados pela OMS sobre a propagação desse novo coronavírus os governantes brasileiros começaram a tomar ações para minimizar a disseminação da COVID-19. Medidas como, a quarentena, a partir do dia 22 de março de 2020, o lockdown, que ocorreu em 20 de abril de 2020, e o uso de máscaras, que se tornou obrigatório em 07 de maio de 2020 no estado de São Paulo e em 03 de julho de 2020 no Brasil todo, foram impostas.

Nem todos tinham acesso a máscaras de boa qualidade, inclusive em hospitais já faltavam esses tipos de Equipamento de Proteção Individual (EPI). Com a obrigatoriedade, muitos começaram a usar máscaras de pano, com uma camada ou mais, então discussões sobre suas capacidades de proteção começaram a ser levantadas, mas o consenso sempre fechava em que era melhor usar uma máscara de tecido simples de algodão, do que não usar. “De acordo com a literatura médica, existem três principais tipos diferentes de máscaras de uso diário: máscaras

cirúrgicas, máscaras N95 e respiradores elásticos” (AGUIAR *et al.*, 2020). Essas medidas para a prevenção da disseminação do SARS-CoV-2 foram tomadas, pois além do fator de reprodução da doença, ainda não havia tratamento direto, somente medicamentos para controlar os sintomas e a vacina ainda não estava disponível.

2.3 COVID-19, SEUS SINTOMAS E IMPACTOS

Os sintomas mais comuns eram febres, cansaço e tosse seca. A falta de ar, perda de apetite, confusão mental, dor persistente ou pressão no peito e alta temperatura (acima de 38°C) compunham os sintomas da forma mais grave da doença.

A maioria das pessoas que contraíam a doença, aproximadamente 80%, se recuperavam sem a necessidade de tratamento hospitalar, 15% tinham seu estado de saúde agravado pela doença, precisando de oxigênio e 5%, na forma mais grave da doença, precisavam de cuidados intensivos. Infelizmente algumas pessoas apresentavam complicações como: insuficiência respiratória, síndrome do desconforto respiratório agudo, sepse e choque séptico, tromboembolismo, além de insuficiência múltipla dos órgãos, e tais complicações podiam levar a morte.

Apesar de serem um percentual pequeno de infectados que necessitavam de cuidados médicos e hospitalares, a rede de saúde da maioria dos países não estava preparada para receber e tratar tantos pacientes, e não eram capazes de dar tratamento intensivo a todos que precisavam, então, além das medidas de controle da disseminação, foi necessário investir e aumentar a rede de atendimento, com hospitais provisórios, ou hospitais de campanha como ficaram conhecidos. Em alguns lugares começaram a faltar insumos básicos para o atendimento, máscaras, luvas, EPI médicos como um geral, oxigênio para os internados graves e remédios.

Pelo mundo, pesquisas para entender o novo coronavírus e a nova doença avançavam em paralelo com o crescimento da doença e do número de mortos, pesquisas para o desenvolvimento de uma vacina ou para a identificação de uma droga eficaz no combate ao SARS-CoV-2 também aconteciam.

Após muitas mortes causadas pela COVID-19, estragos na economia, danos na saúde física e mental das pessoas, danos na educação, e em tantos outros segmentos da sociedade, em 17 de janeiro de 2021 a primeira pessoa foi vacinada contra a COVID-19 no Brasil.

Até a pandemia de COVID-19, o título da vacina desenvolvida em menor tempo, era da vacina da caxumba, que levou 4 anos de desenvolvimento, pelo médico americano Maurice Hilleman. Mas o advento que parou o mundo, não parou os laboratórios de desenvolvimento de

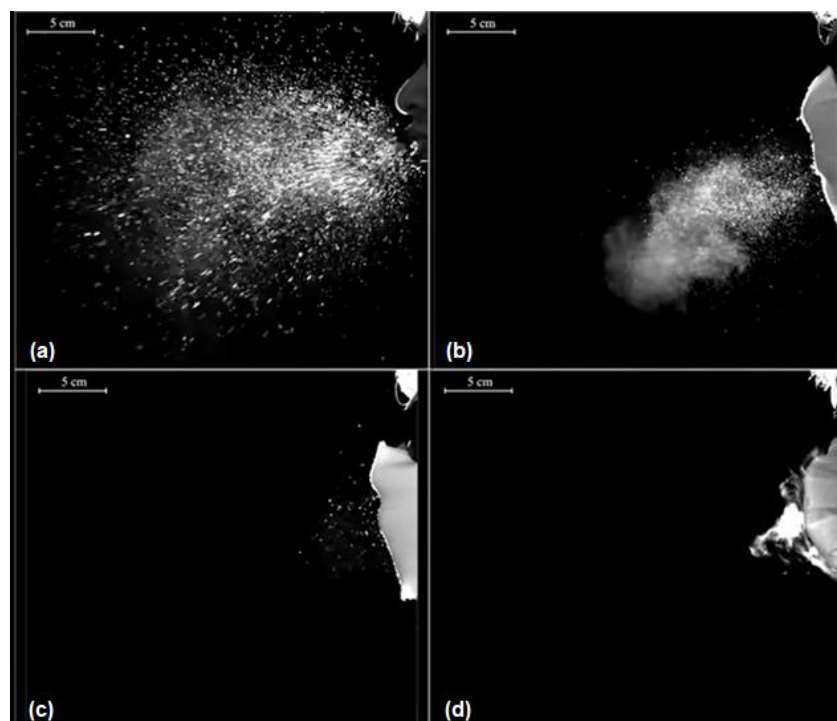
vacinas, e uma farmacêutica americana Pfizer, em parceria com uma empresa alemã de imunoterapia, a BioNTech, desenvolveram em 10 meses uma vacina para a COVID-19, e isso fez com que a vacina dessa doença fosse a com desenvolvimento mais rápido até hoje.

Após a vacinação em massa, no Brasil, com uma, duas, três e até quatro doses de vacina ser atingida, mas não em 100% das pessoas, a vida foi voltando ao normal, comércio e indústrias puderam reabrir, eventos voltaram a acontecer, aulas voltaram a ser presenciais, e tudo voltou ao normal com uma restrição: utilização de máscara, que muitas vezes não era respeitada. No primeiro semestre de 2022, os últimos lugares que ainda eram obrigatórios o uso de máscaras eram ambientes de saúde, hospitais, clínicas e farmácias, e no transporte público, inclusive em ambientes fechados como em salas de aulas essa obrigatoriedade havia sido encerrada pelos governantes.

2.4 AERODISPERSÓIDES E MÁSCARAS

A dispersão de aerossóis proporcionada por eventos expiratórios como respirar, falar, tossir ou espirrar, geram gotículas de vários tamanhos (Figura 1). Essas situações são as principais vias de transmissão para muitas doenças infecciosas. Na pandemia de COVID-19 algumas diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) diziam que a doença se espalhava por meio de gotículas grandes que se depositavam em superfícies em um raio de 1 a 2 metros de distância do emissor. Porém, pesquisas apontavam que gotículas menores, mas com carga viral significativa poderiam viajar até 8 metros de distância do emissor, ultrapassando as orientações da OMS (SHAH *et al.* 2021).

Figura 1 – Situações de eventos expiratórios: (a) espirro; (b) espirro com máscara de 1 camada de algodão; (c) espirro com máscara de 2 camadas de algodão; (d) espirro com máscara cirúrgica.



Fonte: MacIntyre *et al.* (2020).

No combate a COVID-19, foi recomendada a utilização de máscaras, sendo as máscaras do tipo respiradores elastoméricos ou as fabricadas em tecido; as máscaras de tecido, no entanto, foram as mais utilizadas e, segundo Aguiar *et al* (2020) as recomendadas pela literatura são:

Máscaras de respiradores elastoméricos: possuem cobertura facial parcial ou total, com elementos filtrantes removíveis e reutilizáveis, podendo ser esterilizados em autoclaves. Que são de alto custo e difícil acesso a população. (Aguiar et al., 2020)

Máscaras cirúrgicas: feitas de tecido e projetadas para serem utilizadas somente uma vez, protegem de gotículas grandes, respingos e borrifos. Porém não possuem vedação estanque no rosto podendo ocorrer vazamentos pelas bordas, e podem não oferecer proteção confiável contra partículas pequenas em suspensão. (Aguiar et al., 2020)

Máscaras N95 ou PFFE: sendo a principal diferença no nome das duas devido ao órgão regulamentador que as certificam, a N95 é certificada pela National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), enquanto a PFF2 é certificada pelo órgão brasileiro Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). As duas nomenclaturas são equivalentes, então as máscaras desse tipo são seladas e bem ajustas. Sua classificação N95 é designada pela eficiência em sua filtragem mínima de 95%, que na PFF2 é de 94%, elas são

compostas de várias camadas de Tecido Não Tecido (TNT) de polipropileno. Sua eficiência é devida a carga eletrostática proporcionada pela fibra do polipropileno. (Aguiar et al., 2020) (EPI, Danny, 2022).

Segundo a WHO (2020 apud MORAIS *et al.*, 2021)¹, as máscaras faciais são uma medida eficaz para prevenir a transmissão aérea do coronavírus responsável pela doença COVID-19.

Em um estudo desenvolvido no Laboratório de Caracterização Tecnológica, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, foi avaliado o desempenho de diversos tipos e materiais para máscaras faciais, onde a eficiência de filtração de partículas em suspensão no ar foi quantificado em função do tamanho da partícula e da respirabilidade da máscara. Adotando dois critérios, a eficiência de filtragem (EF) e a queda de pressão na respiração, experimentos com os tecidos das máscaras foram realizados utilizando as mesmas condições para cada tecido. Diferentes velocidades do ar podem afetar a EF, e a carga das partículas (quando elas estão carregadas eletricamente) podem também variar a EF e a interação com o material da máscara. Então o estudo utilizou uma velocidade do ar de 1,4 cm/s, e partículas dos testes não foram neutralizadas (MORAIS *et al.*, 2021).

Segundo Moraes *et al.* (2021), em teste com partículas entre 60 e 300 nm de diâmetro, as máscaras N95 tiveram a maior eficiência, sendo sua EF_{60-300} 0,98, e a queda de pressão de 5,5 mmH₂O/cm². As máscaras cirúrgicas tiveram EF_{60-300} variando entre 0,86 e 0,92, porém a queda de pressão com variação muito alta, entre 0,1 e 7 mmH₂O/cm².

A EF_{60-300} variando entre 0,83 e 0,91, somada a queda de pressão abaixo de 4 mmH₂O/cm² fez com que as máscaras de SMS (tecido não tecido tri-laminado), cujo tecido possui uma camada de microfibras fundidas, fossem as com melhor desempenho dentre as proteções respiratórias não profissionais. Mesmo o SMMMS (tecido não tecido com cinco lâmina ou camadas) sendo um produto mais homogêneo do que o SMS, não apresentaram desempenho geral melhor que as de SMS, sua EF_{60-300} foi 0,91, porém a queda de pressão foi superior, apresentando diferencial de pressão de 5,1 mmH₂O/cm², ela teve um desempenho de respirabilidade inferior as de SMS, possivelmente esse detrimento está associado a maior densidade da fibra fundida (MORAIS *et al.*, 2021).

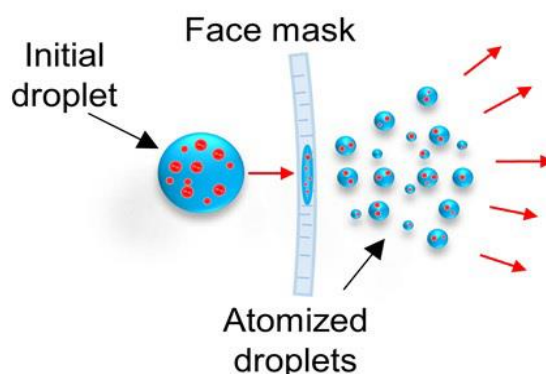
¹ WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations: scientific brief, 29 March 2020.** World Health Organization, 2020 apud

MORAIS, Fernando G. *et al.* Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. **Aerosol Science And Technology**, São Paulo, v. 55, n. 9, p. 1028-1041, 26 abr. 2021. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02786826.2021.1915466>. Acesso em: 09 mai. 2022.

Ainda, segundo Moraes *et al.* (2021), as máscaras de algodão possuíam EF_{60-300} em torno de 0,40, porém elas foram as mais utilizadas em países em desenvolvimento, mas seu EF_{60-300} estava muito abaixo do mínimo recomendado pela OMS (Organização Mundial de Saúde), que é EF_{60-300} de 0,70. Seu desempenho melhorou ligeiramente acrescentando uma segunda camada de tecido, mas não com uma terceira camada. A princípio a maioria das máscaras ofereciam uma proteção ideal contra gotículas maiores ($>10\text{ }\mu\text{m}$), mesmo com baixo EF para partículas pequenas podiam proporcionar um grau significativo de proteção.

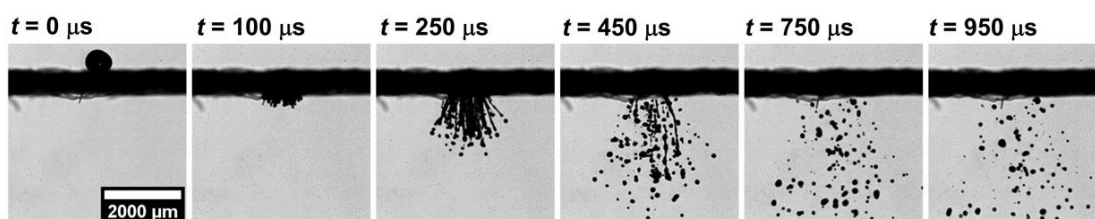
Segundo Sharma *et al.* (2021), espirros e tosses geram gotículas que variam muito em seu tamanho, e como a sua velocidade é maior que a das gotículas expelidas pela fala ou respiração, quando essas se chocam com o tecido das máscaras, podem se dividir em várias outras gotículas menores, em um processo de atomização (Figura 2), tornando-se aerossóis; e como a velocidade não diminui muito, mas o tamanho e a massa dessas gotículas, diminuem (Figura 3), elas podem viajar distâncias maiores que as gotículas iniciais, que eram maiores e descreviam uma trajetória de queda.

Figura 2 – Simulação atomização de uma gotícula.



Fonte: Sharma *et al.* (2021).

Figura 3 – Impacto de uma gotícula com uma camada de tecido de máscara

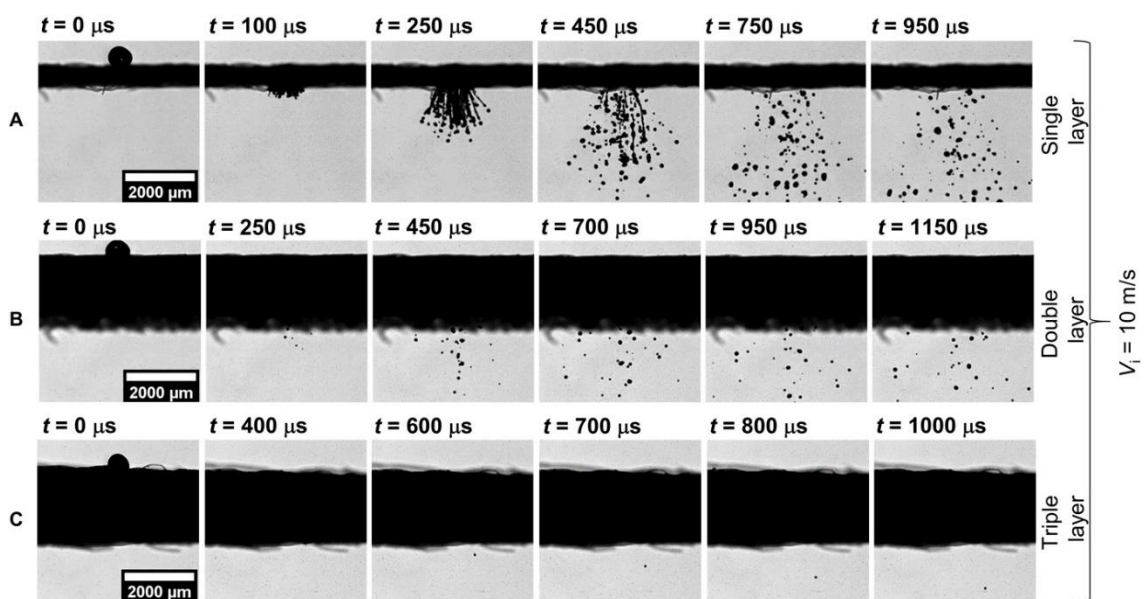


Fonte: Sharma *et al.* (2021).

Embora todas as máscaras produzissem proteção, a gotícula na simulação de um espirro em uma máscara de uma camada teve uma redução de volume pequeno, restringindo 30,12%

do volume inicial. Na simulação com uma máscara de duas camadas o volume inicial diminuiu significativamente, 91,79% do volume ficou retido, porém 27,77% das gotículas que ultrapassam a barreira de proteção ficaram no regime de diâmetro crítico de gotículas, com diâmetro menor que $100\ \mu\text{m}$, representando um maior risco de transmissão do patógeno, pois permanecem mais tempo em suspensão no ar. Na simulação com uma máscara de três camadas, a ejeção de gotículas foi insignificante (Figura 4) (SHARMA *et al.*, 2021).

Figura 4 – Impacto de uma gotícula com tecidos de máscara: A – uma camada; B – duas camadas; C – três camadas.



Fonte: Sharma *et al.* (2021).

3 O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

De acordo com Lopez (1999 apud BAPTISTA, 2010)², na maioria das salas de aula brasileiras ocorre um ensino de caráter assimilacionista, centrado na supervalorização da ciência em detrimento dos saberes culturais dos estudantes. Para Sasseron (2015), o fato de a cultura escolar priorizar a prática didática sem contextualização gera pouco interesse dos alunos pelas aulas de ciências.

Segundo Carvalho (2013), o professor, para iniciar os discentes no universo das Ciências, deve ser capaz de, em suas aulas, reunir discurso verbal, expressões matemáticas, representações gráficas e visuais, e assim possibilitar, de forma gradativa, que os alunos desenvolvam seus significados com as diferentes linguagens.

A autora afirma, ainda, que, a “compreensão dos alunos sobre as vantagens e limitações das diversas linguagens para a produção de significados dentro da cultura científica é o que faz a diferença no aprendizado dos alunos”.

A importância da habilidade que o professor deve ter em sua comunicação na ação de integrar todas as diferentes linguagens vem do fato de que se para cientistas um gráfico ou uma fórmula é praticamente o próprio fenômeno em discussão, para os estudantes trata-se de mais linguagens a serem decodificadas, que se não forem explicitamente relacionadas com um fenômeno, tornam-se apenas mais um formalismo a ser decorado, desprovido de sentido (ROTH, 2003 apud CARVALHO, 2013 p. 41)³.

Porém, no ensino formal de Ciências, é recorrente a reprodução do conteúdo das matérias, sendo limitado a tratar operacionalmente as fórmulas matemáticas, sem levar em conta sua origem ou fenômeno (CARVALHO, 2013).

O que se vê ainda na maioria das escolas são aulas de física, química e biologia meramente expositiva, presa às memorizações, sem laboratório e sem relação com a vida prática cotidiana do aluno. Essa maneira simplista, ultrapassada e, até mesma, autoritária de conceber o processo de ensino, certamente não deixa transparecer a complexidade que caracteriza todo o ato de ensinar (NANNI, 2004, apud

² LOPES, A. R. C. Pluralismo cultural em políticas de currículo nacional. In: MOREIRA, A.F. B. (Org.). **Currículo: políticas e práticas**. Campinas: Papirus, 1999. p. 59-80. apud

BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciências para sociedades tradicionais. **Ciência & Educação**, Feira de Santana, Ba, v. 16, n. 3, p. 679-694, ago. 2010.

³ ROTH, W-M. “Competent workplace mathematics: how signs become transparent”, **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 8, n. 3, 161-189, 2003. apud

CARVALHO, A. M. P. de. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica.

Revista Contexto & Educação, Ijuí, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2013. DOI: 10.21527/2179-1309.2007.77.25-49.

Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1084>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MALHEIRO, 2016, p. 110)⁴

O uso de atividades experimentais pode ser trabalhado de forma a superar a abordagem mecânica das ciências e apoiar o professor na integração das linguagens das ciências.

A experimentação pode servir de ferramenta para o ensino de várias competências consideradas importantes na educação científica, mas não só isso, também pode ser usada para validar o conhecimento científico, uma vez que os dados obtidos dos experimentos constituem o modelo final sobre o fenômeno observado (GIORDAN, 1999).

Segundo Araújo e Abib (2003), é praticamente certo o consenso de que é alto o potencial para uma aprendizagem significativa através da experimentação. Porém, esse recurso pode ser utilizado de forma diversa, assumindo diferentes contextos e aspectos. A atividade de experimentação pode ser idealizada desde situações que focam na verificação de leis e teorias, até circunstâncias que favorecem as condições para os alunos refletirem suas ideias sobre os fenômenos e conceitos discutidos e, assim, alcançarem um aprendizado que possibilite reestruturar seus modelos de explicação dos fenômenos.

Para Sasseron (2015), os laboratórios de ciências são os melhores ambientes para que o desenvolvimento de ensino de ciências ocorra, porém quando eles existem. O escasso suporte a esse tipo de espaço dificulta a atividade do professor de ciências ao ensinar. Ainda de acordo com essa autora, na maioria das escolas brasileiras o que temos é o ensino de ciências acontecendo em salas de aula comuns, e que não ajudam os alunos a compreenderem os fenômenos da natureza.

No entanto, é importante frisar que, mesmo com a falta de um laboratório, é possível a realização de atividades experimentais simples ou de demonstração, em salas de aula. É importante destacar que, a função da aplicação da experimentação no ensino de ciências não é a mesma daquela realizada pelos cientistas e pesquisadores, pois possuem objetivos diferentes, como apontam Ataíde e Silva (2011), mas, sendo o professor o intermediador, esse deve planejar a aula de modo a instigar os alunos, realizando questionamentos sobre o fenômeno observado e promovendo a transmissão do conhecimento a partir da experiência cultural dos discentes.

Segundo Pereira (2010), o ensino experimental precisa incluir mais reflexão do que

⁴ NANNI, R. A Natureza do Conhecimento Científico e a Experimentação no Ensino de Ciências. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, n. 26, maio, 2004.apud

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108, 17 out. 2016. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v1n1.4796>. Acesso em: 14 jan. 2023.

trabalho prático e nenhum experimento garante, só pela sua realização, a obtenção dos aprendizados esperados. Para esse autor,

A ajuda pedagógica do professor é essencial para que haja intervenções e proposições que contribuam aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a prática experimental de ciências. Essa mediação do professor deve extrapolar a observação empírica, problematizando, tematizando e contextualizando o experimento. (PEREIRA, 2010, p. 85).

Encarando a experimentação como uma ferramenta, que, por si só, não traz todos os resultados e aprendizados esperados ao discente (PEREIRA, 2010), então o papel de mediador da utilização dessa ferramenta, que recai sobre o professor, requer habilidades para integrar o que é observado aos dados e às linguagens necessárias para o desenvolvimento do conhecimento.

Nessa perspectiva, os saberes culturais dos discentes devem ser evidenciados e aplicados, a fim de estimular uma ação investigativa por parte dos alunos e uma colaboração instrutiva por parte dos professores, para que, dessa maneira, seja obtido êxito no ensino proposto (MALHEIRO, 2016). Malheiro (2016), ao falar em saberes culturais, coloca em evidência a capacidade do aluno em aplicar suas vivências em sala de aula e que essa experiência seja levada em consideração pelo docente, que tem como função ser mediador/orientador, promovendo o interesse do aluno pela ciência, o que pode propiciar a vontade de aprender.

Uma das modalidades mais utilizadas pelos autores investigados por Araújo e Abib (2003) para aplicar a experimentação em sala é a atividade de demonstração. Uma das características mais marcantes desse tipo de experimentação é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, facilitando seu entendimento e construção de representações concretas referenciadas.

... na linha de proposta de atividades de demonstração encontram-se autores que salientam justamente a importância dessas atividades para ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos físicos abordados, ao mesmo tempo que torna mais interessante, fácil e agradável o seu aprendizado, motivando a participação dos alunos... A compreensão de um fenômeno através de uma demonstração pode permitir aos alunos compreenderem o funcionamento de outros equipamentos e generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações em que estes mesmos fenômenos estejam presentes... (ARÁUJO; ABIB, 2003).

A experimentação demonstrativa tem um aspecto que faz jus a ser ressaltado, e o fato dessa atividade possibilitar a ilustração de um determinado fenômeno, sendo capaz de facilitar a compreensão de vários aspectos do mesmo. De forma ampla, esse tipo de atividade demanda

um pequeno tempo para sua realização, podendo ser facilmente incorporadas a uma aula com ênfase expositiva, sendo utilizadas como um encerramento da aula ou como seu início, em busca de despertar o interesse do aluno para o tema que será abordado (ARÁUJO; ABIB, 2003).

No entanto, de acordo com Araújo e Abib (2003), as atividades de experimentação demonstrativa podem ser exploradas ao máximo, fazendo com que superem a simplória ilustração de um fenômeno e contribuam de forma efetiva para o aprendizado conceitual desejado e para o desenvolvimento de novas habilidades e postura dos estudantes.

O uso de atividades demonstrativas por meio da análise e reflexão de fenômenos presentes no dia a dia pode facilitar o aprendizado e despertar o interesse dos alunos, como apontam Araújo e Abib (2003).

4 METODOLOGIA

Enquanto pesquisador e observador, tivemos a oportunidade de acompanhar as aulas planejadas e ministradas pelo professor de física. As aulas foram planejadas levando em consideração as premissas da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018).

A proposta inicial do projeto, denominado pelo professor “Física das Máscaras”, era que fosse aplicado de acordo com o método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com abordagem centrada no professor onde o professor especifica o problema a ser tratado, a área a ser estudada e os recursos a serem utilizados (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

Porém, esse método de ensino demandaria mais tempo que o disponível para a inserção do projeto e concomitante conclusão do conteúdo programático já previsto para o bimestre. Logo, o professor optou por realizar aulas expositivas, com os conteúdos sendo apresentados através de mídias tecnológicas, e ao final do projeto, realizou o experimento para validar todo o conteúdo abordado.

No início da primeira aula o professor solicitou aos alunos que respondessem a um questionário acerca da covid-19, para entender seus hábitos de prevenção contra esta doença, na sequência, ele propôs um problema social, no caso em específico, o aumento da contaminação das pessoas pelo SARS-CoV-2, discutindo-se com os alunos quais as soluções possíveis para minimizar esse problema, induzindo-os a perceberem a importância da utilização das máscaras. Na sequência, foi realizado um experimento que simulava o tecido das máscaras.

Esse experimento foi usado com o objetivo de proporcionar uma visão de como as camadas de tecido funcionam nas máscaras, causando impacto nos alunos e tentando instigar neles o interesse pelas ciências e pela cultura científica.

No planejamento elaborado pelo professor, foi inserido a investigação de um fenômeno a ser observado, dando luz ao modo científico de avaliar uma situação. A inclusão, desse modo de ensino foi escolhido para imergir um pouco os alunos no cotidiano da vida científica e tentar despertar neles o gosto pelas ciências.

A atividade investigativa do cientista é ampla e complexa. Não se manifesta privilegiadamente por meio de uma estratégia específica, podendo estar associada a testes empíricos, experimentos de pensamento, análise e avaliação de dados e toda uma gama extensa de modos congregados. (SASSERON, 2015 p.61).

As aulas foram planejadas para que fosse atingido o objetivo solicitado pela coordenação da escola, que era o de reforçar a importância do uso de máscaras.

Nesse contexto, o professor utilizou o experimento para atender aos objetivos da Competência específica 3 da área de conhecimento Ciências da Natureza e suas tecnologias no ensino médio, que diz:

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

Dentro da competência supracitada, há duas habilidades que o planejamento das aulas visava atender, sendo elas:

(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. (BRASIL, 2018 p.559).

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos. (BRASIL, 2018 p.559).

Assim, a fim de atender a essas duas habilidades da BNCC, o professor buscou conduzir o experimento a partir do contexto social que os alunos estavam envolvidos, dando abertura para que eles participassem e investigassem. Segundo Sasseron (2015),

É importante ainda considerar que o ensino por investigação e a argumentação em sala de aula permitem romper com uma cultura escolar que se pauta, hegemonicamente, em práticas didáticas sem contextualização com o que é próprio do campo de conhecimento da disciplina. Em outras palavras, as práticas didáticas podem estar apenas ligadas a aspectos da cultura escolar, não permitindo o contato com aspectos da cultura científica ou mesmo o conhecimento de que ela existe. (SASSERON, 2015 p.63 e 64).

A gestão, na figura da coordenadora da escola, tinha conhecimento e autorizou o trabalho de pesquisa com os alunos. Foi solicitado aos alunos que assinassem ao termo de ciência para a pesquisa.

Neste trabalho focamos na aula que abordou a atividade experimental afim de verificarmos o efeito do experimento na postura dos alunos com relação ao uso da máscara. Para tanto os instrumentos de análise foram constituídos pelo questionário inicial, respondido pelos alunos, e pelas anotações no diário de bordo.

Os sujeitos desta pesquisa foram 130 alunos do ensino médio, com idades variando entre 15 e 18 anos, de uma escola da rede estadual de ensino da região do Vale do Paraíba. Desses alunos, quatro eram do primeiro ano, 18 do segundo ano e 108 do terceiro ano.

O Quadro 1 mostra as atividades desenvolvidas e como elas foram divididas. Cada aula tinha uma duração de 45 minutos.

Quadro 1: Programa de aulas

Aulas	Programação da aula
1 e 2	Explicação breve sobre o tem e preenchimento do questionário.
3 e 4	Apresentação da primeira aula de slides e discussão.
5 e 6	Apresentação da segunda aula de slides, discussão e experimentos.

Fonte: Produzida pelo autor

4.1 EXECUÇÃO DAS AULAS

4.1.1 Aulas 1 e 2 - Apresentação do projeto e participação na pesquisa sobre o comportamento no uso de máscaras via questionário

As atividades sobre a prevenção a COVID-19 foram iniciadas com uma explicação sobre as próximas aulas, que o projeto das máscaras era uma resposta ao aumento de casos de COVID-19 na escola e sobre a participação deles em uma pesquisa. Foi também esclarecido que seria necessário, caso eles concordassem em participar da pesquisa, que assinassem um termo de ciência da utilização dos dados por eles respondidos. Então foi solicitando que os alunos preenchessem o questionário elaborado no Google Forms sobre a doença COVID-19, quanto à utilização de máscara e vacinação. Nesse questionário estava também incluído o termo de ciência que os alunos assinaram autorizando a utilização dos dados por eles respondidos.

Segue abaixo a transcrição do termo de ciência que explicitava aos alunos a proposta da coleta dos dados por eles fornecidos, explicitando também quais dados não poderiam ser expostos.

"Termo de ciência: As respostas a esta atividade poderão ser utilizadas como base de dados em: atividades futuras nesta escola; atividades futuras em outras escolas que o prof. ° leciona; projetos de licenciatura; divulgação para a diretoria de ensino; etc. O registro do nome

será utilizado somente para computo da nota de participação nesta atividade e demais atividades relacionadas ao projeto de Física das Máscaras. Dados particulares dos alunos (nome e turma) não serão divulgados."

As respostas possíveis para o termo acima eram:

- Ciente.
- Não autorizo a utilização dos dados.

De forma ordenada, seguem abaixo as perguntas que junto do termo de ciência supracitado compunham o questionário respondido pelos alunos.

1- Nome

2- Turma

3- Você usa máscara na escola?

Não.

Parcialmente.

Sim, mas tiro para me alimentar.

Sim, o tempo todo.

4- Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é pouco importante e 5 é muito importante, como você considera a importância de usar máscaras na escola?

5- Você usa máscara fora da escola?

Não.

Parcialmente.

Sim, sempre que estou fora de casa.

Sim, uso em locais públicos com muitas pessoas.

6- Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é pouco importante e 5 é muito importante, como você considera a importância de usar máscaras fora da escola?

7- Você está vacinado (OPCIONAL)?

Não.

Sim, com a dose de reforço.

Sim, com duas doses.

Sim, com uma dose.

8- Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é pouco relacionado e 5 é muito relacionado, como você considera a relação entre ter se vacinado e seu hábito de usar máscaras?

9- Qual o principal motivo para você usar máscara na escola?

Resposta dissertativa em aberto.

10- Qual o principal motivo para você usar máscara fora da escola?

Resposta dissertativa em aberto.

11- Qual o principal motivo para você não usar máscara?

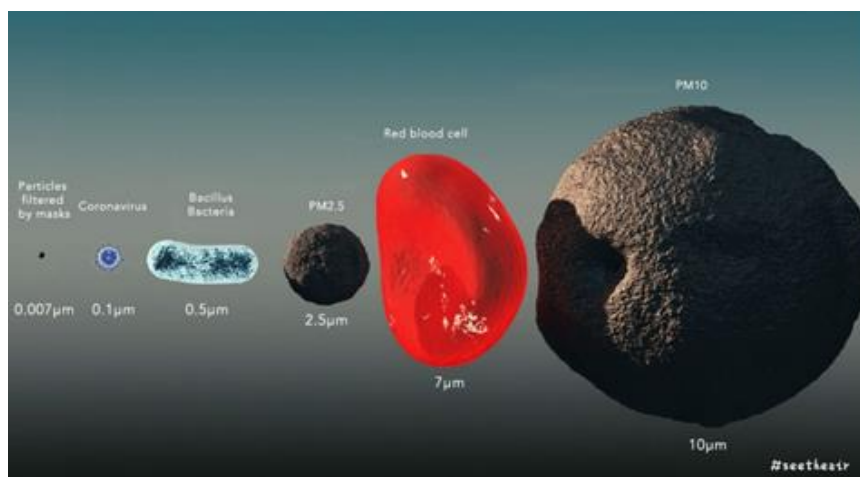
Resposta dissertativa em aberto.

4.1.2 Aulas 3 e 4 – Apresentação do conteúdo teórico

Utilizando uma apresentação de slides em computador, o professor iniciou o assunto falando brevemente sobre a doença COVID-19. Então, mostrou o tamanho dos componentes microscópicos (Figuras 5 e 6) e que podem estar em suspensão no ar, comparando as dimensões entre eles.

Na sequência, explicou aos alunos a distância que micropartículas são expelidas por pessoas, ao tossirem, ao espirrarem e ao falarem, usando ou não uma máscara, para reforçar aos discentes como as gotículas contendo o SARS-CoV2 podem se movimentar e se dispersar quando não usamos máscaras, e a velocidade dessas gotículas, em cada situação, ao se propagarem (Figura 7).

Figura 5 – Comparação tamanho de partículas com diâmetro inferior a 10 micrometros.



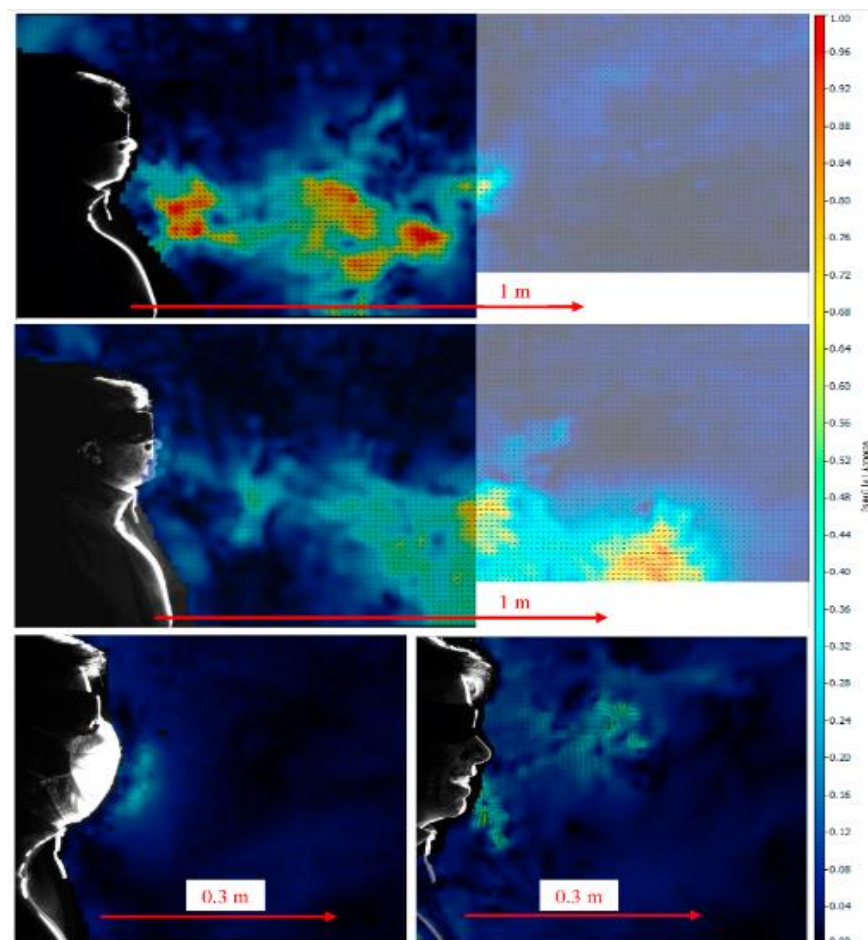
Fonte: Abcdust Canada (2021).

Figura 6 – Tamanho relativo das partículas.



Fonte: Weforum (2020).

Figura 7 – Velocidade das gotículas.



Fonte: Kähler e Hain (2020).

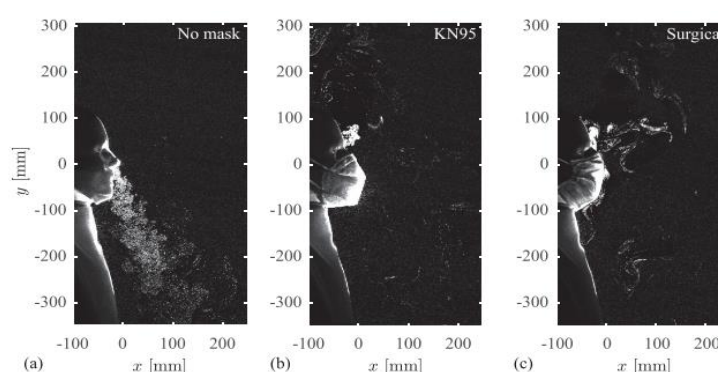
Então foi apresentado aos discentes, através de um vídeo da plataforma YouTube (<http://www.youtube.com/watch?v=I5ud7Gg4jgU>), como funcionam matematicamente a

porcentagem de redução de transmissão da doença e a proteção das pessoas mediante o uso de máscaras.

Em seguida foi mostrada a diferença entre a não utilização de máscaras, a utilização das máscaras KN95 (padrão chinês da PFF2, porém não aprovada pela ANVISA como a ideal para combater o COVID) (EPI, Danny, 2022), e uma máscara cirúrgica, entretanto a discussão não se pautou no fato da KN95 não ser aprovada pela ANVISA, pois este não era o foco. Como a imagem da Figura 8 remete à respiração, é possível verificar que diferentes máscaras propiciam diferentes barreiras para a emissão de aerossóis, havendo também a imagem de uma pessoa respirando sem a utilização de máscaras.

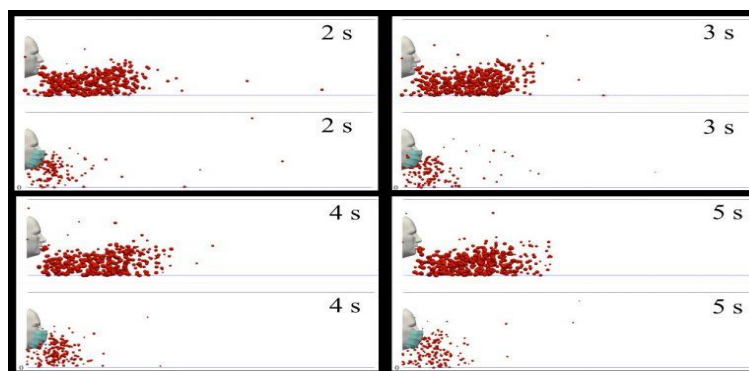
Na Figura 9, foi apresentada a imagem de uma simulação da dispersão de gotículas através do tempo, nas ocasiões sem máscara e com a utilização de uma máscara cirúrgica.

Figura 8 – Diferenças na emissão por expiração: (a) Sem máscara; (b) KN95; (c) máscara cirúrgica.



Fonte: Shah *et al.* (2021).

Figura 9 – Simulação de dispersão de gotículas através do tempo

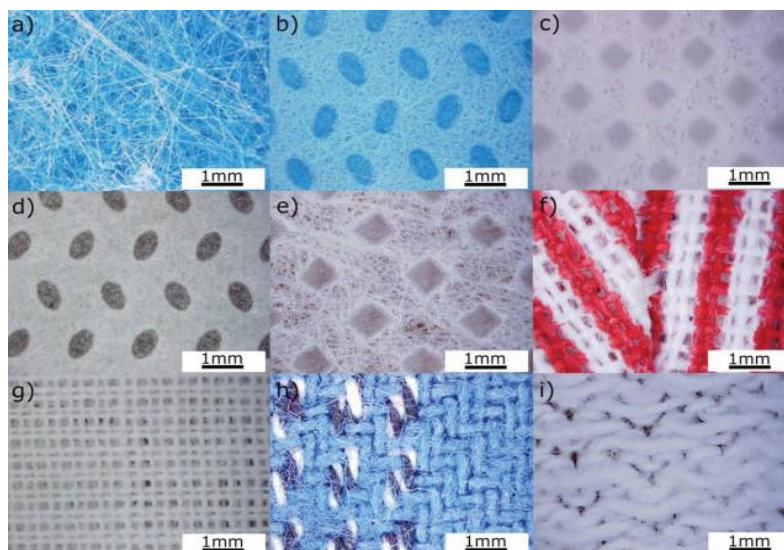


Fonte: Dbouk e Drikakis (2020).

E para salientar a diferença entre as máscaras, um slide continha imagens de microscópio de vários tipos diferentes de máscaras, tecido da N95, máscara cirúrgica, SMS ou TNT, e

diferentes tipos de tecido de algodão para mostrar que existem espaços em que partículas do tamanho das gotículas e do SARS-CoV2 poderiam passar (Figura 10).

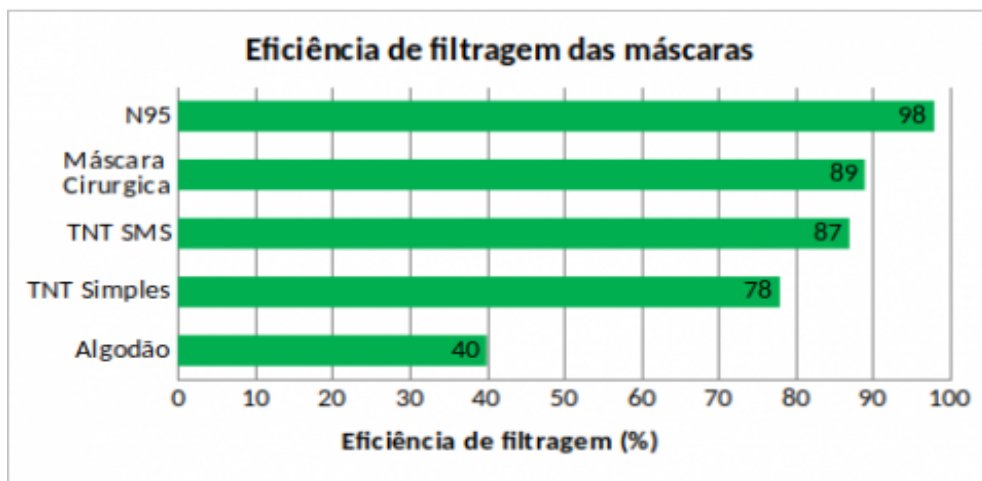
Figura 10 – Diferença entre os tecidos: (a) respirador N95; (b) máscara cirúrgica; (c, d) TNT SMS; (e) TNT simples; (f) algodão com costura frontal; (g) algodão com trama aberta; (h) algodão com trama fechada; (i) algodão com tamanho heterogêneo e padrão de vazios.



Fonte: Morais *et al.* (2021).

Graficamente demonstramos a eficiência de filtragem dos diferentes tipos de máscaras (Gráfico 1) e assim indicando que o uso da N95 era o mais recomendado. O gráfico mostra que a máscara de algodão tem uma baixa eficiência.

Gráfico 1 – Eficiência de filtragem das máscaras



Fonte: Morais *et al.* (2021).

Foi demonstrada a importância da utilização de uma máscara com três camadas, com uma imagem que mostra a dispersão de uma gotícula ao atingir e atravessar máscaras com uma, duas e três camadas, com fotos ampliadas da interação, sequências e espaçadas pelo tempo, apresentando o quanto a gotícula se divide ao atravessar cada tipo de máscara (figura 4), e que a máscara com 3 camadas, tem a maior retenção de partículas.

Com o vídeo do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=DNeYfUTA11s>), que mostra a diferença entre a não utilização de máscaras, o uso da máscara de uma ou duas camadas, e a máscara cirúrgica, foi reforçada a importância da utilização de máscaras de qualquer tipo.

Nesta aula expositiva com utilização de tecnologias de informação e computação, foi possível trabalhar com os alunos unidades de medidas e seus múltiplos, velocidade, lógica matemática e a colisão de gotículas contra um tecido.

4.1.3 Aula 5 – Apresentação do funcionamento das máscaras

Na aula seguinte foi feita uma apresentação sobre o funcionamento das máscaras recomendadas pela ANVISA, as N95 ou PFF2, por meio de um vídeo do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=fqQx080ckJU>), que abordava as questões físicas de seu funcionamento.

- A força de Van der Waals, que apesar de ser uma força eletrostática fraca, faz com que as partículas sejam atraídas e se liguem às fibras do tecido. As partículas em suspensão no ar que são maiores viajam em uma trajetória retilínea, pois têm inércia maior, e se ligam às fibras do tecido pela colisão com elas, pois o tecido é composto de muitas fibras sobrepostas. A inércia do movimento dessas partículas foi também discutida em sala.

- Movimento Browniano de partículas menores: explica as colisões aleatórias dessas partículas com as partículas do ar, o que garante que elas também vão colidir com as fibras do tecido e aderiram a máscara.

- Campo elétrico e magnetização de materiais: explicam o funcionamento e a eficiência desse tipo de máscaras, pois as partículas médias são arrastadas junto com o fluxo de ar, e contornam as fibras dos tecidos. Logo, elas precisam de uma outra maneira para se fixarem nas fibras além da força de Van der Waals.

4.1.4 Aula 6 - Experimento

Após exposição do embasamento teórico com as turmas, foi proposto e realizado junto dos alunos um experimento sobre como as máscaras servem de barreiras contra gotículas aerossóis, com o objetivo de instigar o método científico nos alunos e reforçar o conteúdo visto até então nas aulas anteriores.

4.1.4.1 Materiais

Os materiais utilizados para os experimentos foram:

- Solução de água com tinta guache;
- Borrifador;
- Papel quadriculado milimetrado;
- Tecidos (simulação das máscaras);
- Microscópio óptico – Modelo: Aventura Óptica; ampliações de 100x, 450x e 900x;

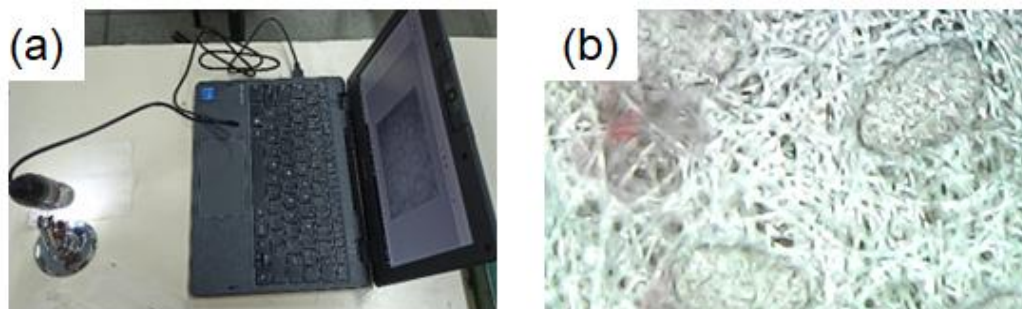
Fabricante: Gemini

- Microscópio óptico USB portátil e notebook;

4.1.4.2 Procedimentos e execução

Amostras do tecido das máscaras foram colocados nos microscópios para que os alunos pudessem comprovar como estão dispostas as fibras do tecido. Para isso, foi usado o tecido de uma máscara cirúrgica e um TNT (Figura 11). Para verificar como era a solução que foi utilizada para simular as gotículas de um espirro, foi colocado o líquido em uma lâmina e foi avaliado no microscópio.

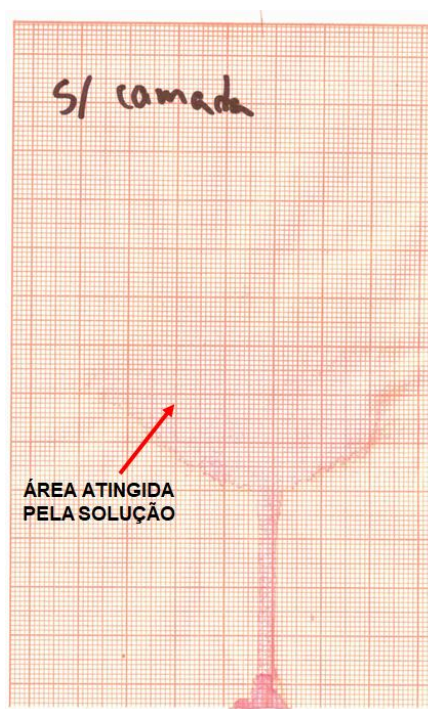
Figura 11 – (a) Microscópio portátil; (b) Imagem do tecido das máscaras (USB portátil).



Fonte: Produção do próprio autor.

Foi simulado um espirro sem proteção sobre o papel milimetrado fazendo da utilização do borrifador (Figura 12). Em seguida, o TNT foi sobreposto ao papel milimetrado simulando uma máscara com uma camada desse tecido (Figura 13). Após mais uma simulação de espirro usando o borrifador foi verificado o quanto de partículas ultrapassaram o tecido e atingiram o papel milimetrado (Figura 14).

Figura 12 – Registro no papel milimetrado da simulação espirro sem proteção.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 13 – Camada de TNT após simulação de espirro.



Fonte: Produção do próprio autor.

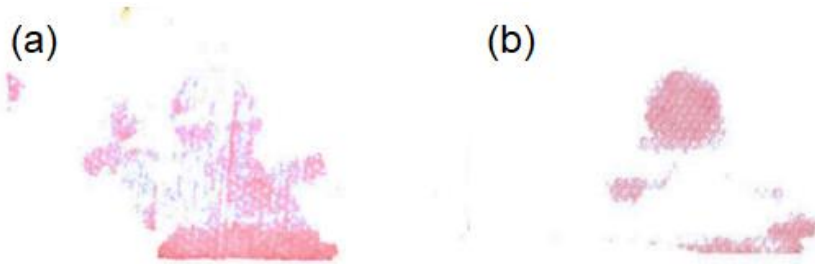
Figura 14 – Registro no papel milimetrado da simulação do espirro com máscara de uma camada.



Fonte: Produção do próprio autor.

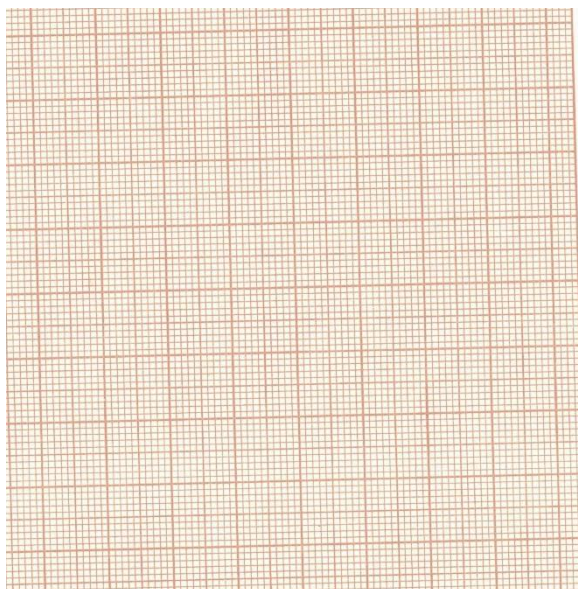
O procedimento foi repetido utilizando duas camadas de tecido, com o objetivo de comparar a eficiência entre as diferentes quantidades de camadas de tecido de uma máscara, em que a camada que estava imediatamente após o borrifador é a camada 1 e a camada logo na sequência é a camada 2 (Figura 15). Entretanto, nesse experimento não foi observada a transmissão da solução para o papel milimetrado (Figura 16).

Figura 15 – Camadas de TNT após simulação do espirro. (a) camada 1; (b) camada 2.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 16 – Registro no papel milimetrado da simulação do espirro com máscara com duas camadas de TNT.



Fonte: Produção do próprio autor.

Durante a realização dos experimentos, muitos alunos ficaram curiosos em saber como o microscópio funcionava, e como eram alguns objetos quando observados através do microscópio. Eles queriam visualizar o tecido limpo, o tecido que havia sido borrifado e outros objetos no microscópio. Foram utilizados uma folha de papel, um fio de cabelo e um fio de tecido para estimular essa interação dos alunos com o aparelho.

Foi solicitado aos alunos que discutissem em grupos sobre as diferenças dos resultados obtidos a fim de reforçar a importância da utilização das máscaras, da cultura científica e aumentar o interesse deles por ciências.

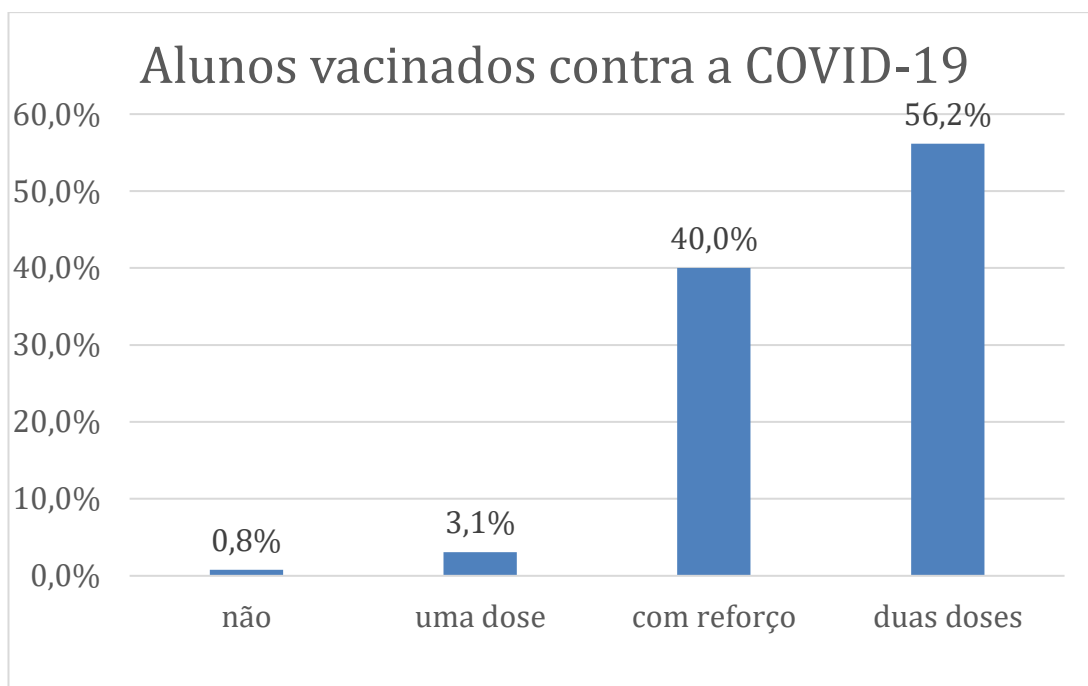
5 RESULTADOS OBTIDOS

Dos questionários respondidos antes das aulas expositivas podemos tirar algumas conclusões sobre como os alunos já pensavam sobre a COVID-19 e as formas de prevenção.

Em geral os alunos que participaram das aulas sobre utilização de máscaras e responderam ao questionário já estavam conscientes sobre a necessidade de se proteger usando máscara e se vacinar. Essa afirmação pode ser feita, pois avaliando as respostas do questionário, podemos verificar que 96,2% dos alunos já haviam se vacinado com duas ou três doses de vacina, conforme apresentado no Gráfico 2.

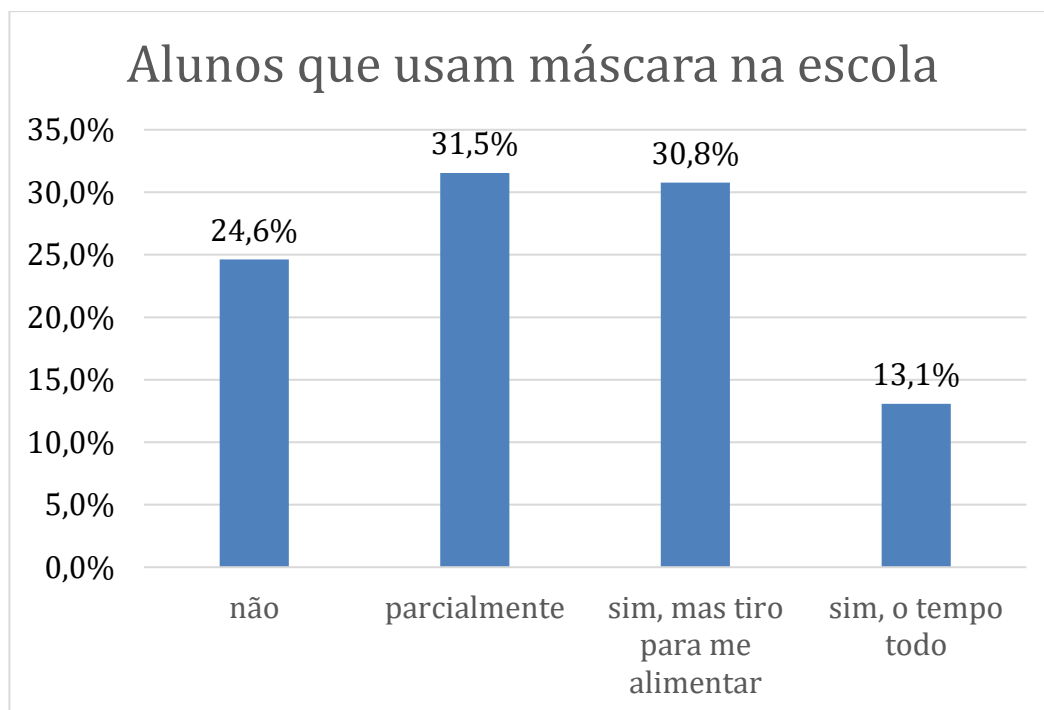
Verificamos, de acordo com o Gráfico 3, que 75,4% usavam a máscara na escola, mesmo que somente em parte do tempo em que lá estavam. Observando o Gráfico 4 concluímos que o uso da máscara fora da escola chegou a atingir 90,0% dos alunos, independente se usavam o tempo todo ou somente em parte do tempo.

Gráfico 2 – Alunos vacinados contra a COVID-19.



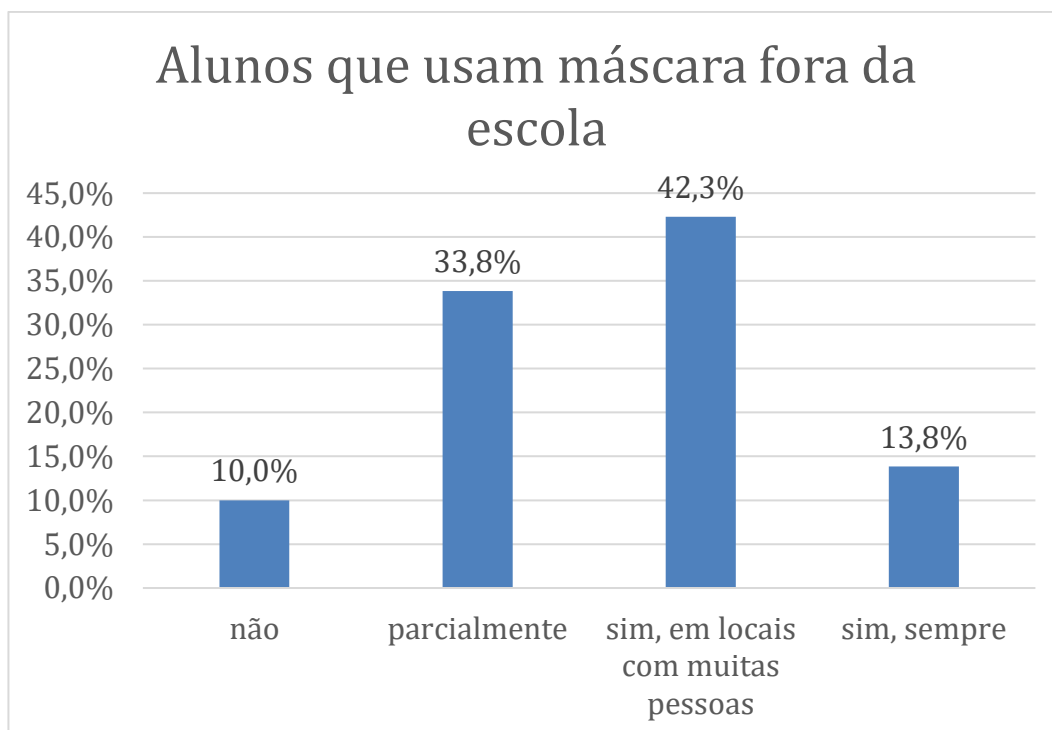
Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 3 – Alunos que usam máscara na escola.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 4 – Alunos que usam máscara fora da escola.

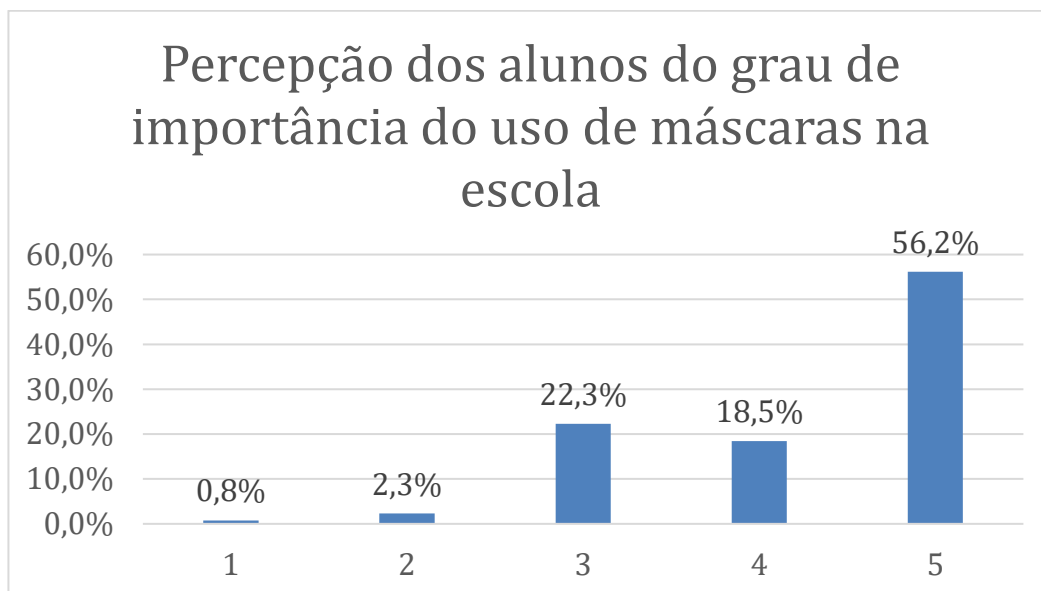


Fonte: Produção do próprio autor.

Utilizando uma escala de 1 a 5, sendo 1 pouco importante e 5 é muito importante, a importância de uso da máscara dentro e fora da escola, Gráficos 5 e 6 respectivamente, tem

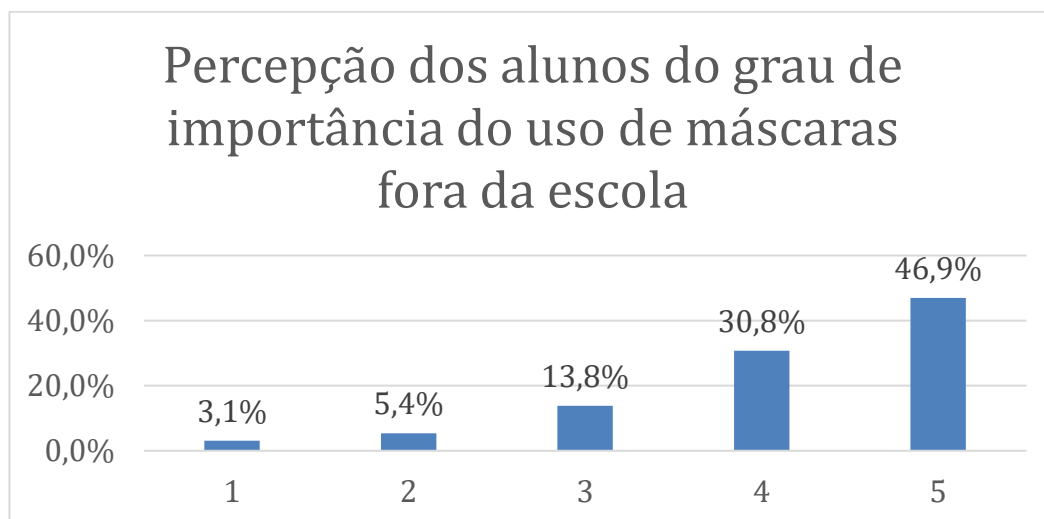
porcentagens de 74,6% e 77,7% respectivamente, da quantidade de alunos que escolheram os graus de importância 4 ou 5.

Gráfico 5 – Percepção dos alunos do grau de importância do uso de máscaras na escola.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 6 – Percepção dos alunos do grau de importância do uso de máscaras fora da escola.

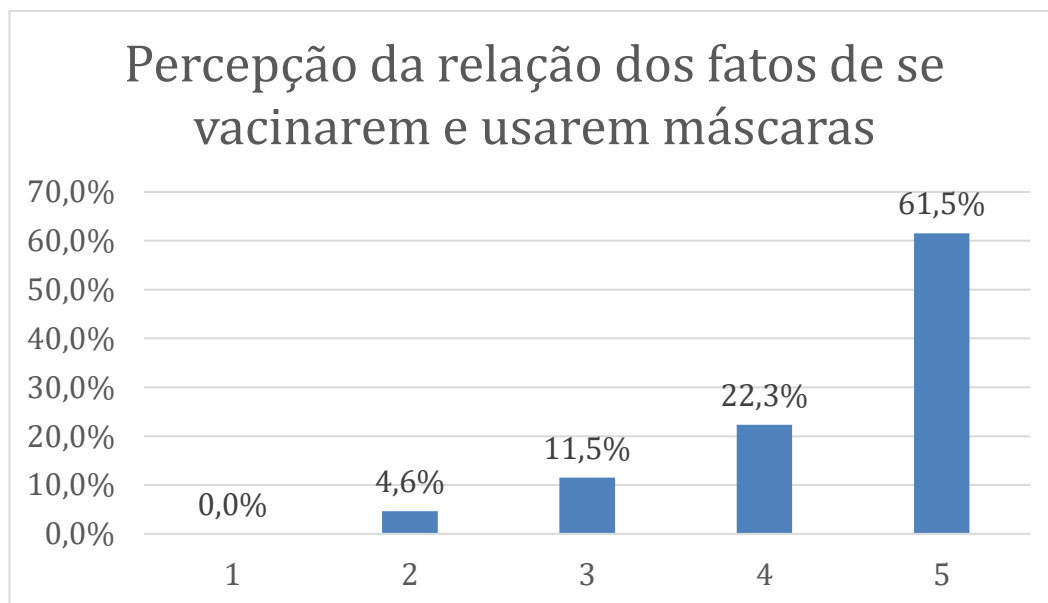


Fonte: Produção do próprio autor.

Preenchendo o questionário, os alunos responderam que havia uma forte relação entre o fato de terem se vacinado e o hábito de usarem máscaras, e isso é inferido pois 83,8% dos alunos, escolheram os valores 4 ou 5, na escala onde 1 significa pouco relacionado e 5 muito

relacionado, quando questionados sobre haver relação entre os fatos de ser vacinado e utilizar máscaras, o que pode ser observado no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Percepção dos alunos sobre a relação de se vacinarem e usarem máscaras.

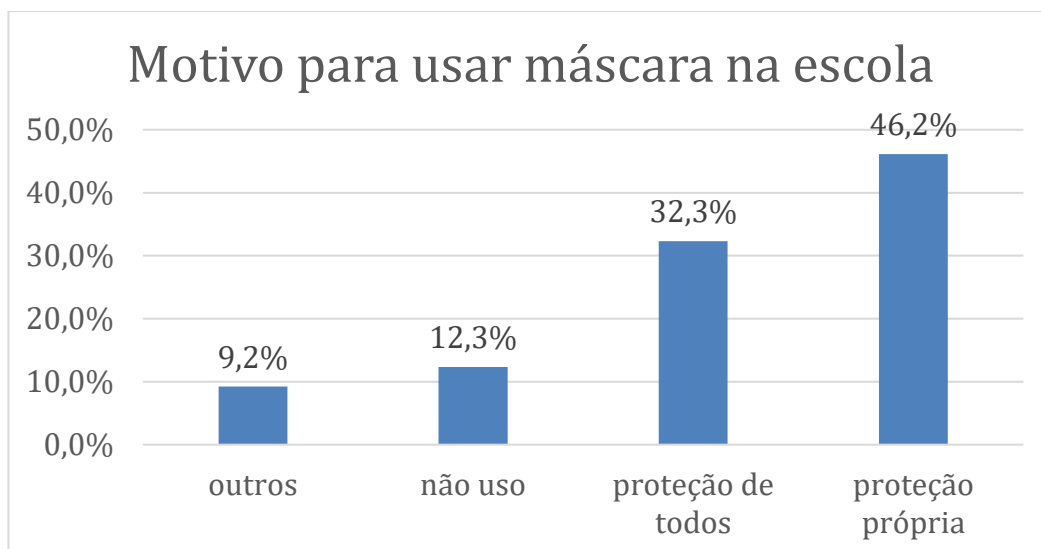


Fonte: Produção do próprio autor.

As perguntas abertas 9, 10 e 11 do questionário ainda indagaram os alunos sobre os motivos de eles usarem a máscara, dentro e fora da escola, e o porquê de eles não a utilizarem. Os alunos forneceram respostas variadas, sendo necessário realizarmos uma interpretação dessas respostas.

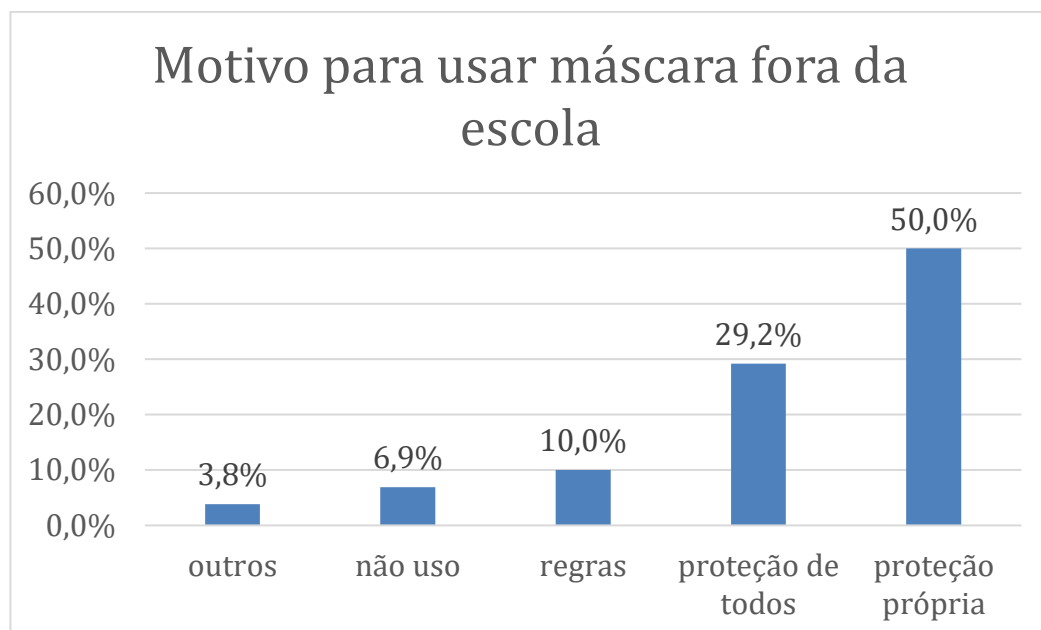
Avaliando as respostas das perguntas 9 e 10, verificou-se que a utilização da máscara dentro e fora da escola pelos alunos em mais de 75%, nos dois casos, ocorreu por proteção própria ou por proteção de todos; pouco menos de 13% dos alunos não usavam a máscara dentro da escola, e essa porcentagem cai para menos de 7% para a quantidade de alunos que não usavam máscara fora da escola. Essas informações podem ser corroboradas pelos Gráficos 8 e 9.

Gráfico 8 – Motivos para usar máscara na escola.



Fonte: Produção do próprio autor.

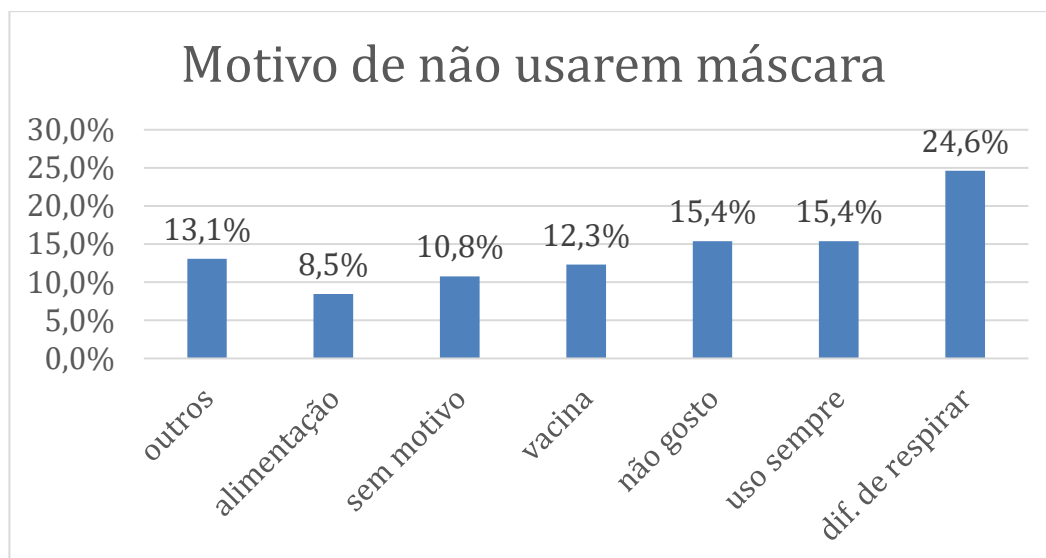
Gráfico 9 – Motivo para usar máscara fora da escola.



Fonte: Produção do próprio autor.

A dificuldade de respirar usando a máscara é o principal motivo pelo qual os jovens que responderam à pergunta 11 do questionário, citam para justificar a não utilização de máscaras, como mostrado no Gráfico 10. O fato de não gostarem de usar máscara foi utilizado como resposta por 15,4% dos alunos, e essa é a mesma porcentagem correspondente aos alunos que responderam usar a máscara o tempo todo. Em terceiro lugar, 12,3% dos alunos, destacaram que não usavam a máscara pelo fato de já terem tomado vacina.

Gráfico 10 – Motivos de não usarem máscara.



Fonte: Produção do próprio autor.

Ao observarmos os alunos no decorrer da aula experimental, percebemos que conforme a aula se desenvolvia, alguns alunos que inicialmente estavam sem máscara colocaram-na, o que sugere que eles se sentiram incomodados em permanecerem sem máscara após terem compreendido o seu funcionamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de ciências é um desafio ao professor, pois como aponta Sasseron (2015), a realidade encontrada na maioria das escolas brasileira é o descaso e a falta de amparo com os laboratórios para o ensino de ciências, considerando ainda que muitas vezes esses espaços não são usados para outros fins. Esse fato dificulta a visualização dos fenômenos por parte dos alunos, e as ferramentas de tecnologia nem sempre podem suprir a falta do contato com um laboratório.

No trabalho realizado junto aos alunos foi possível perceber que houve interesse maior em participar e tentar entender o que acontecia no experimento quando foram introduzidas as ferramentas tecnológicas e ao experimento. E tão importante quanto entender o que ocorria nos tecidos, a conscientização da utilização da máscara foi evidente, alguns alunos colocaram suas máscaras de proteção contra a COVID-19 enquanto a aula era ministrada.

O emprego da aula baseada em problemas e da investigação científica não ocorreu como planejado, pois como dito, uma ABP depende da discussão de um problema e do levantamento de hipóteses por parte dos alunos. E a investigação científica também não ocorreu, devido o experimento ter sido colocado, ao final de todo o conteúdo que foi apresentado de maneira expositiva. Assim, infelizmente não houve tanta discussão para se entender o que estava acontecendo, e consequentemente não resultou em hipóteses a serem refinadas ou refutadas pelo professor. Entretanto, o experimento facilitou a aprendizagem por parte dos alunos em virtude de estar reforçando o conteúdo exposto previamente e gerando, em alguns alunos, o interesse pelas ciências.

Quanto à pergunta realizada no início deste trabalho, verificamos que alguns dos alunos apresentaram uma mudança de hábito, colocando a máscara durante a realização do experimento, conforme foram observando os seus resultados. Apesar de não ter atingido a todos os alunos que não usavam máscara antes do experimento, a maioria que se enquadrava nesse público começou a usar máscara, após o experimento e finalização do projeto Física das Máscaras.

Além de mudarem o pensamento sobre a utilização das mascarás nos ambientes sociais, os alunos imergiram no ambiente científico quando foram convidados a utilizar os microscópios disponíveis e acompanhar o experimento.

A aula expositiva cumpriu o seu papel de elucidar questões relacionadas aos problemas que naquele momento a sociedade enfrentava. Entretanto, ela também apontou para a importância de se ir além da teoria em sala de aula, promovendo-se atividades experimentais

com o objetivo de se instigar os alunos a colocarem as suas ideias, levantarem hipóteses, analisarem os resultados do experimento e, ainda, propiciar a formação de indivíduos críticos, capazes de atuar de forma consciente em seu meio social.

REFERÊNCIAS

- ABCDUST CANADÁ. **How large is a corona virus virion compared to the MP10-2.5?**. 2021. Disponível em: <https://abcdust.net/qual-e-o-tamanho-de-um-virion-do-virus-corona-em-comparacao-com-o-mp10-2-5/?lang=pt-pt>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- AGUIAR, Bianca Fontana *et al.* Reprocessamento de máscaras N95 ou equivalente: uma revisão narrativa. **Journal Of Infection Control**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 76-83, abr. 2020.
- ÀPROCURA da Felicidade. Direção de Gabriele Muccino. Produção de Will Smith, Todd Black, Jason Blumenthal, James Lassiter, Steve Tisch. Roteiro: Steve Conrad. 2006. P&B.
- ARÁUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- ATAIDE, Márcia Cristiane Elói Silva; SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **Holos**, Natal, v. 4, p. 171-181, 26 set. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2011.620>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciências para sociedades tradicionais. **Ciência & Educação**, Feira de Santana, v. 16, n. 3, p. 679-694, ago. 2010.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base nacional comum curricular**. Brasília: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2018. 595 p.
- CARVALHO, A. M. P. de. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 22, n. 77, p. 25–49, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1084>. Acesso em: 01 fev. 2023
- CDC. **Acronyms used in Science Updates**. 2023. Disponível em: <https://www.cdc.gov/library/covid19/acronyms.html>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- DBOUK, Talib; DRIKAKIS, Dimitris. On respiratory droplets and face masks. **Physics Of Fluids**, Nicósia, Chipre, v. 32, n. 6, p. 063303, 1 jun. 2020. AIP Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1063/5.0015044>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- EPI, Danny. **Diferença entre as máscaras PFF2, N95 e KN95**. Disponível em: <https://www.danny.com.br/blog-post/diferenca-entre-as-mascaras-pff2-n95-e-kn95/>. Acesso em: 08 jun. 2022.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.
- KÄHLER, Christian J.; HAIN, Rainer. Fundamental protective mechanisms of face masks against droplet infections. **Journal Of Aerosol Science**, Neubiberg, Alemanha, v. 148, p.

105617, out. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105617>. Acesso em: 08 mai. 2022.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelino Veranio; ALVES, Neila Guimarães. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. 198 p.

MACINTYRE, Raina *et al.* **Which mask works best? We filmed people coughing and sneezing to find out.** 2020. Disponível em: https://newsroom.unsw.edu.au/news/health/which-mask-works-best-we-filmed-people-coughing-and-sneezing-find-out?utm_source=science&utm_medium=social-team. Acesso em: 05 jun. 2022.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio**: Docência em Ciências, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108, 17 out. 2016. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v1n1.4796>. Acesso em: 14 jan. 2023.

MORAIS, Fernando G. *et al.* Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. **Aerosol Science And Technology**, São Paulo, v. 55, n. 9, p. 1028-1041, 26 abr. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02786826.2021.1915466>. Acesso em: 09 mai. 2022.

PEREIRA, Boscoli Barbosa. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da Fucamp**, Uberlândia, v. 9, n. 11, p. 83-92, jul. 2010.

ROSSI, Marcelo; TERNES, Sônia. **Comunicado técnico 120**: o número básico de reprodução r_0 na ecologia epidemiológica. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2015. 5 p.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** Belo Horizonte, v. 17, n., p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 20 dez. 2022.

SHAH, Yash *et al.* Experimental investigation of indoor aerosol dispersion and accumulation in the context of COVID-19: effects of masks and ventilation. **Physics Of Fluids**, Waterloo, Canadá, v. 33, n. 7, p. 073315, jul. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1063/5.0057100>. Acesso em: 09 mai. 2022.

SHARMA, Shubham *et al.* On secondary atomization and blockage of surrogate cough droplets in single- and multilayer face masks. **Science Advances**, Bengaluru, India, v. 7, n. 10, p. 1-11, 5 mar. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abf0452>. Acesso em: 08 mai. 2022.

WEFORUM. **This is how coronavirus compares to the world's smallest particles.** 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/covid-19-coronavirus-disease-size-compairson-zika-health-air-pollution/>. Acesso em: 05 jun 2022.