

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS “CIÊNCIA É 10!”

Camila Custódio Leite

**UTILIZAÇÃO DE ESCALAS E NANOCIÊNCIA NO ENSINO BÁSICO PARA
EXPLICAR O FUNCIONAMENTO DAS MÁSCARAS DE PROTEÇÃO CONTRA O
SARS-CoV-2**

Porto Alegre
2021

Camila Custódio Leite

**UTILIZAÇÃO DE ESCALAS E NANOCIÊNCIA NO ENSINO BÁSICO PARA
EXPLICAR O FUNCIONAMENTO DAS MÁSCARAS DE PROTEÇÃO CONTRA O
SARS-CoV-2**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana Souza de Camargo

Coorientadora: Profa. Dra. Mônica da Silva Gallon

Porto Alegre

2021

UTILIZAÇÃO DE ESCALAS E NANOCIÊNCIA NO ENSINO BÁSICO PARA EXPLICAR O FUNCIONAMENTO DAS MÁSCARAS DE PROTEÇÃO CONTRA O SARS-CoV-2

USE OF SCALES AND NANOSCIENCE IN BASIC EDUCATION TO EXPLAIN THE FUNCTIONING OF PROTECTIVE MASKS AGAINST SARS-CoV-2

Camila Custódio Leite¹, Mônica da Silva Gallon¹, Tatiana Souza de Camargo¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul

tatiana@decamargo.com

RESUMO

A pandemia da Covid-19 é causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que possui diâmetro médio de 100 nm. A principal forma de transmissão deste vírus é por meio de gotículas de saliva e aerossóis. O uso da máscara é fundamental para evitar a sua transmissão, porém, muitas pessoas não a utilizam, atestando a ineficiência das mesmas. O objetivo geral deste estudo foi explicar o funcionamento das máscaras utilizadas contra o coronavírus fazendo uma conexão com escalas e nanociência. A metodologia contemplou 6 atividades investigativas, como a ilustração de diferentes máscaras (PFF2, TNT e algodão) observadas no microscópio, desafio sobre os tamanhos dos materiais envolvidos na transmissão da Covid-19, pesquisa sobre as diferenças entre microscópios e micrografia do coronavírus, desafio de comparação dos tamanhos do coronavírus e da mão e uma pesquisa sobre produtos nanotecnológicos. As atividades foram aplicadas em 5 turmas de uma escola estadual do RS. Com a realização das atividades, observou-se que a maioria dos alunos tiveram pouco contato com um microscópio e que uma considerável parcela não sabia as diferenças entre as máscaras. Também, muitos alunos apresentaram desconhecer para quais escalas pertenciam as moléculas de CO₂, O₂, coronavírus, poros da máscara PFF2, gotículas e aerossóis e além disso, muitos não sabiam da existência da nanotecnologia. Diante disso, é possível considerar que as atividades contribuíram para uma aprendizagem mais significativa sobre a importância da utilização das máscaras, para melhorar a compreensão do tamanho real de materiais e estruturas biológicas e além disso, incentivar a aproximação dos alunos com a ciência.

Palavras-chave: coronavírus; máscaras de proteção facial; escalas métricas; nanociência.

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic is caused by the SARS-CoV-2 coronavirus, which has an average diameter of 100 nm. The main form of transmission of this virus is through saliva droplets and aerosols. The use of a mask is essential to prevent its transmission, however, many people do not use it, attesting to their inefficiency. The general objective of this project was to explain the

functioning of the masks used against the coronavirus, making a connection with scales and nanoscience. The methodology included 6 investigative activities, such as the illustration of different masks (PFF2, TNT and cotton) observed under the microscope, challenge on the sizes of materials involved in the transmission of Covid-19, research on the differences between microscopes and coronavirus micrography, challenge a comparison of coronavirus and hand sizes and a survey of nanotechnology products. The activities were applied in 5 classes of a state school in RS. With the activities carried out, it was observed that most students had little contact with a microscope and that a considerable portion did not know the differences between the masks. Also, many students did not know which scales the CO₂, O₂ molecules, coronaviruses, PFF2 mask pores, droplets and aerosols belonged to, and in addition, many did not know about the existence of nanotechnology. Therefore, it is possible to consider that the activities contributed to a more significant learning about the importance of using masks, to improve the understanding of the real size of materials and biological structures and, furthermore, to encourage students to get closer to science.

Keywords: coronavirus; face masks; metric scales; nanoscience.

1 INTRODUÇÃO

A doença denominada Covid-19 é causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que possui diâmetro médio de 100 nm. A principal via de transmissão dessa doença é por meio de gotículas de saliva e aerossóis. Quando o isolamento social não for possível, a principal maneira para se proteger consiste na utilização de máscaras. A mais eficiente é a do tipo N95 (PFF2), modelo utilizado por profissionais da saúde, construção civil, dentre outras profissões que necessitam de proteção às partículas microscópicas (desde poeira a organismos vivos). Esse tipo de máscara se popularizou no período de pandemia, que foi oficialmente decretada em março de 2020 e que perdura até o momento (novembro de 2021), contabilizando mais de 600 mil mortes¹ de brasileiros vítimas deste vírus. Porém, mesmo diante de tantas evidências da importância do uso da máscara, muitas pessoas se recusam a utilizá-la, declarando os mais variados motivos. Além disso, novos surtos estão começando na China² e em países da Europa³. Dentre as razões à recusa ao uso da máscara, deve-se ao fato de a população, no geral, não entender as escalas dos vírus e aerossóis, de moléculas de O₂ (gás oxigênio) e CO₂ (gás carbônico ou dióxido de

¹ Brasil ultrapassa a marca de 600 mil mortes pela Covid-19, segundo dados da CNN. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/brasil-ultrapassa-a-marca-de-600-mil-mortes-pela-covid-19-segundo-dados-da-cnn/> Acesso em 10 jan. 2022.

² Novo surto de covid-19 na China já ultrapassa 1.000 casos. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2021/11/10/novo-surto-de-covid-19-na-china-j-ultrapassa-1000-casos.ghtml> Acesso em 12 nov. 2021.

³ Países da Europa voltam a cogitar lockdown por causa da COVID-19. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2021/11/07/interna_internacional,1320678/paises-da-europa-voltam-a-cogitar-lockdown-por-causa-da-covid-19.shtml Acesso em: 10 nov. 2021.

carbono), bem como as dos poros das máscaras, alegando sua ineficiência ou até mesmo atribuindo malefícios, como hipóxia.

Diante disso, observa-se uma oportunidade de sensibilizar os alunos de maneira concreta, além de fomentar o letramento científico na escola com ênfase nesse problema tão atual da sociedade. Desse modo, o objetivo geral do projeto foi explicar o funcionamento e diferenças dos principais tipos de máscaras utilizadas contra o coronavírus fazendo uma conexão com escalas e nanociência. Os objetivos específicos foram visualizar no microscópio óptico as diferenças dos tecidos das máscaras de algodão, TNT (Tecido Não Tecido) e PFF2 (Peça Facial Filtrante), comparando o tamanho dos poros das mesmas; relacionar, por meio de um desafio lançado aos alunos, a eficácia das mesmas com as escalas atômica, nanométrica, micrométrica e macrométrica das moléculas de CO₂ e O₂, do coronavírus, dos poros da máscara PFF2, das gotículas de saliva, aerossóis e do ser humano; pesquisar as diferenças entre os microscópios ópticos e eletrônicos; e entender que os vírus têm escala nanométrica e realizar pesquisas para conhecer produtos nanotecnológicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CORONAVÍRUS E PANDEMIA

O vírus SARS-CoV-2, causador da atual pandemia de Covid-19, pertence à família *Coronaviridae*. Os vírus dessa família podem provocar uma variedade de doenças, principalmente no sistema respiratório do homem e animais (GRUBER, 2020).

Os primeiros casos de infecção conhecidos de Covid-19 foram descobertos na cidade de Wuhan (China) em dezembro de 2019 (WU *et al.*, 2020). Porém, há registros de vestígios do Sars-CoV-2 em amostras de esgotos coletadas em março de 2020 em Barcelona (RANDAZZO *et al.*, 2020).

Após o aumento de casos em vários continentes, a Organização Mundial de Saúde, em 11 de março de 2020, declarou a pandemia de Covid-19 (MOREIRA; PINHEIRO, 2020).

2.2 TRANSMISSÃO DO VÍRUS E UTILIZAÇÃO DE MÁSCARAS

A transmissão do coronavírus acontece por meio da disseminação de gotículas e de aerossóis e contato com superfícies contaminadas. Gotículas são partículas geradas através da

fala, de tosse ou espirro que atingem as mucosas nasal e oral. Já os aerossóis, são partículas menores que as gotículas, que permanecem suspensas no ar por longos períodos de tempo e, quando inaladas, podem penetrar mais profundamente no trato respiratório (MICHELIN; LINS; FALAVIGNA, 2020).

No início da pandemia, a recomendação de usar máscaras era destinada a profissionais da linha de frente ou pessoas que estavam com sintomas, devido à escassez desses EPIs (equipamento de proteção individual) para a venda ao consumidor (O ESTADO DE S. PAULO, 2020). Com o aumento do número de casos, a utilização de máscaras, mesmo as caseiras, tornou-se obrigatória a toda população (SOARES, 2020).

Atualmente existem vários tipos de máscaras caseiras, além das profissionais. Em um estudo feito por Moraes *et al.* (2021), os autores analisaram 300 tipos de máscaras caseiras utilizadas por brasileiros e as comparou com máscaras profissionais (N95 e cirúrgicas). Constatou-se que a mais eficaz é a N95 (PFF2 no Brasil), com uma filtragem em torno de 98% das micropartículas presentes no ar. E entre as máscaras caseiras, a que apresentou melhor resultado foi a máscara de TNT, com uma eficiência média de 78%. Porém, o material mais utilizado pelos brasileiros é o algodão, que não mostrou bons resultados. Sua eficiência de filtração mostrou-se muito variável, entre 20% e 60%, o que demonstra que a maioria dos brasileiros pode não estar utilizando máscaras eficazes para evitar o contágio e transmissão do coronavírus. Aliada a essa problemática, está a circulação de notícias falsas sobre o uso da máscara, como as que dizem que seu uso prolongado causa hipóxia, câncer de pulmão e outros problemas (PINHEIRO, 2021).

A ideia de que as máscaras retêm o CO₂ e impedem a passagem de oxigênio, causando um aumento desse gás e diminuição do O₂ no sangue está incorreta, pois são moléculas muito pequenas, que passam facilmente pelos poros das máscaras (TEMOCHKO, 2020). Analisando a alta disseminação dessa notícia, observa-se a ausência de conhecimento da população sobre o tamanho dos átomos, moléculas e vírus, o que evidencia a importância de estudar as escalas métricas desde o ensino básico.

2.3 ESCALAS E MÁSCARAS

Pode-se dividir a medida dos materiais em pelo menos três escalas: a macroescala, a microescala e a nanoescala. A macroescala vai de 1 mm a 1 m. Nela, os objetos são grandes e o ser humano pode vê-los com os próprios olhos, sem auxílio de equipamento óptico. A

microescala vai de 1 μm a 1 mm. Para poder ver os materiais nessa escala, como as hemácias (células sanguíneas), é necessário utilizar o microscópio óptico. Já na nanoescala, que vai de 1 nm a 1 μm , são necessários microscópios eletrônicos para visualizar os materiais nesta dimensão, como o DNA e os vírus. Abaixo da nanoescala, está a dimensão atômica-molecular, que vai de 0,1 nm a 1 nm (SILVA; TOMA, 2018).

O termo “nano”, que significa “anão” em grego é uma medida usada para expressar um bilionésimo de um metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), equivalente a dizer que é 1 metro dividido 1 bilhão de vezes ou, 1 mm dividido em 1 milhão de vezes (SILVA; TOMA, 2018). Nessa escala, como dizem Toma e Araki (2005), um minúsculo vírus se apresenta como uma incrível entidade com cerca de 200 nm. Apesar do tamanho, invisível aos olhos, ele camufla uma complexa máquina molecular aparelhada com todos os dispositivos para invadir as células e utilizá-las em sua reprodução, proporcionando um exemplo típico de tecnologia nanométrica colocada em prática pela natureza.

O SARS-CoV-2, possui o diâmetro médio de 100 nm (BAR-ON *et al.*, 2020), sendo as máscaras N95 projetadas para remover mais de 95% de todas as partículas com diâmetro de pelo menos 300 nm (RENGASAMY *et al.*, 2017), enquanto as caseiras, de TNT, possuem uma eficiência média de 78% (MORAIS *et al.*, 2021). Ao comparar os tamanhos, conclui-se que as partículas virais conseguem passar pelos poros das máscaras. Porém, os vírus são englobados pelas gotículas respiratórias. As gotículas respiratórias são geralmente divididas em dois tamanhos, gotículas grandes ($> 5000 \text{ nm}$ de diâmetro) que caem rapidamente no solo e, portanto, são transmitidas apenas em distâncias curtas, e pequenas gotículas ($\leq 5000 \text{ nm}$ de diâmetro) que podem permanecer no ar por mais tempo e serem inaladas. Essas pequenas partículas de líquido dispersas em uma fase gasosa são chamadas de aerossóis e são maiores que os poros das máscaras (BAR-ON *et al.*, 2020, TEMOCHKO, 2020).

Já o tamanho de uma molécula de CO_2 é de 0,33 nm, e a de O_2 é cerca de 0,15 nm. Ou seja, os poros das máscaras são maiores que as moléculas de CO_2 e O_2 (BIOLOGIA TOTAL COM PROFESSOR JUBILUT, 2020), portanto, devido às diferenças de escalas e outros fatores, como o número de camadas, a maior parte dos aerossóis contendo o coronavírus são bloqueados enquanto que as moléculas de O_2 e CO_2 passam facilmente pelos poros.

2.4 IMPORTÂNCIA DA NANOTECNOLOGIA NA ESCOLA

O coronavírus encontra-se na escala nanométrica, o que pode servir de modelo para trabalhar nanociência e nanotecnologia no ambiente escolar, pois é uma temática interdisciplinar, que envolve matérias como Biologia, Química e Física, entre outras. Pantoja *et al.* (2016) dizem que os alunos questionam o porquê de estudar essas disciplinas, visto que não conseguem associá-las ao seu cotidiano. Contudo, muitas vezes sem saber, os estudantes já têm contato no dia a dia com produtos (roupas, celulares, medicamentos e etc.) que utilizam nanotecnologia em sua fabricação (CLEBSCH; WATANABE, 2017; SILVA; TOMA, 2018). Jing *et al.* (2019) relatam que, apesar das inúmeras aplicações da nanotecnologia e de ser um assunto recorrente nos meios de comunicação, poucos detêm este conhecimento.

Pereira, Honório e Sannomiya (2010) dizem que a educação de jovens e/ou crianças abordando o tema nanotecnologia, pode despertar o interesse deles na área da ciência e tecnologia. Porém, verificaram que há poucos materiais didáticos relacionados ao ensino da nanotecnologia no Brasil, e que algumas fontes no exterior apresentam uma certa dificuldade em utilizar uma linguagem apropriada para alunos dos ensinos fundamental e médio.

Jing *et al.* (2019) defendem que o acesso da população aos conhecimentos científicos deveria ser feito por meio da criação de uma cultura científica, de forma que a ciência fosse entendida pelos leigos como parte integrante e importante de suas vidas.

Neste contexto, associar escalas e nanociência com um tema atual e relevante como o coronavírus, pode tornar as aulas mais atrativas e significativas, pois são assuntos que fazem parte da vida real dos estudantes.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso (GIL, 2017). As atividades de investigação foram aplicadas em uma escola estadual da região metropolitana de Porto Alegre (RS), nas aulas de Ciências, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental e nas aulas de Biologia, em quatro turmas de 1º ano do Ensino Médio. As atividades desenvolvidas com os estudantes foram todas originais - exceto a nº 5 que foi adaptada de Silva e Toma (2018) - criadas a partir da necessidade que observei na sala de aula e dos materiais disponíveis. Por conta da pandemia, as atividades foram realizadas no contexto de ensino híbrido. Cada atividade de investigação foi apresentada como um desafio. A seguir, apresenta-se o detalhamento das etapas em que as atividades foram realizadas.

3.1 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO Nº 1

No laboratório de Ciências, os alunos receberam uma folha (o modelo pode ser observado no APÊNDICE A) com as instruções para o Desafio I e II. Primeiro, eles deveriam desenhar como imaginavam ser o tecido das máscaras de algodão, TNT e PFF2 vistas no microscópio óptico, além de estipular o quanto eles estavam ampliando esses tecidos na imaginação. O tempo necessário para essa atividade foi de aproximadamente 40 minutos.

3.2 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO N° 2

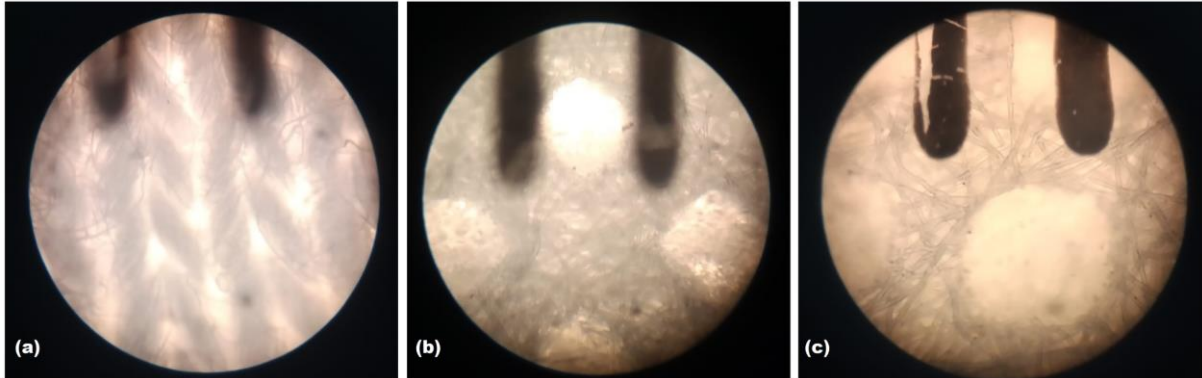
Após o término dos desenhos utilizando apenas a imaginação, os alunos do ensino presencial receberam instruções de como utilizar o microscópio óptico, identificando suas principais partes e o poder de aumento da combinação de lentes. Além disso, receberam instruções de como utilizar a régua como escala para poder estipular o tamanho dos poros das máscaras e para observar o número de camadas de cada uma. Dadas as instruções, os alunos observaram no microscópio e desenharam a máscara de algodão, depois de TNT e por último a PFF2 (Figura 1). E os alunos do ensino remoto receberam fotos das máscaras vistas no microscópio (Figura 2). Também indicaram a escala de 1mm (entre um “risquinho” e outro da régua). Ao término da atividade, os estudantes foram questionados sobre qual seria a melhor máscara para a proteção contra o coronavírus e porquê. Foi salientado aos alunos que, apesar da máscara PFF2 ser a mais eficaz, as máscaras caseiras de algodão também ajudam a evitar a transmissão do coronavírus. O tempo necessário para essa atividade foi de aproximadamente 120 minutos.

Figura 1 - Máscaras de algodão, TNT e partes de PFF2, respectivamente, escolhidas para as atividades de investigação n° 1 e 2



Fonte: elaborada pela autora (2021).

Figura 2 - (a) Máscaras de algodão, (b) TNT e (c) PFF2, respectivamente, vistas no microscópio óptico (aumento de 64x)

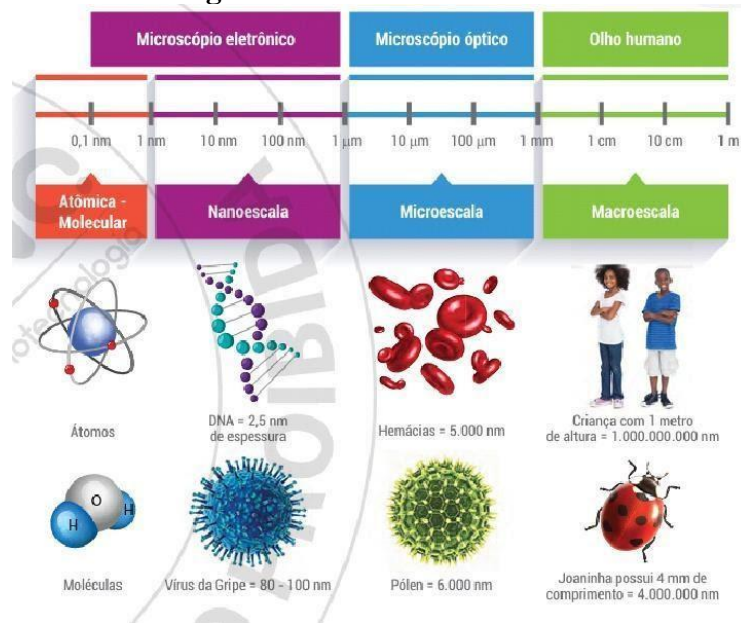


Fonte: elaborada pela autora (2021).

3.3 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO N° 3

Os alunos receberam uma folha (alunos na modalidade presencial) ou um documento no Google Classroom (o modelo pode ser visto no APÊNDICE B) com 8 lacunas e 10 figurinhas (moléculas de O_2 e CO_2 , coronavírus, tecido da máscara PFF2, gotículas e aerossóis e do ser humano) para serem recortadas. Antes de começar, a professora explicou que tinham quatro lacunas para a “Hipótese” e quatro para a “Conclusão”, mas que havia cinco “figurinhas” para ambas, por isso, duas deveriam ser coladas em uma lacuna. O primeiro desafio era apenas estipular o tamanho de cada estrutura e colar as figurinhas nas suas respectivas escalas, nas lacunas da “Hipótese”. Depois, os alunos deveriam pesquisar na internet e em uma figura com os limites de cada escala (Figura 2), disponibilizada pela professora no Google Classroom, escrever o tamanho real de cada estrutura e para qual escala cada uma pertence, a fim de colarem nas lacunas da “Conclusão”. Antes de colarem, a professora conferiu se estava correto. Depois que todos terminaram, a professora perguntou para os alunos: *observem o tamanho e em qual escala está o coronavírus. Ele não é menor que os poros das máscaras? Então como elas nos protegem? E como conseguimos respirar?* A professora esperava os alunos responderem e, para concluir, explicou que o coronavírus fica englobado pelas gotículas de saliva e aerossóis, que são maiores que os poros das máscaras, e que as moléculas de O_2 e CO_2 são muito menores que os poros das máscaras. O tempo necessário para essa atividade foi de aproximadamente 80 minutos.

Figura 2 – Limites das escalas



Fonte: Silva e Toma (2018, p. 13).

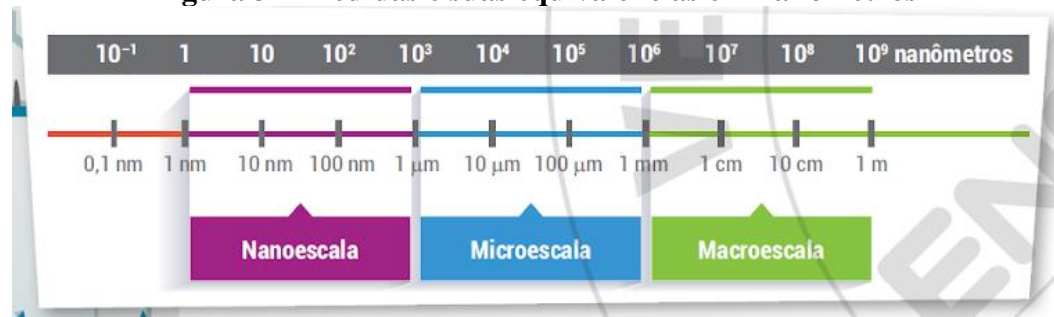
3.4 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO Nº 4

Após a compreensão das escalas e da impossibilidade de observar o coronavírus no microscópio óptico, os alunos pesquisaram as diferenças entre os microscópios eletrônicos e micrografias do coronavírus, respondendo em um documento (o modelo pode ser observado no APÊNDICE C) compartilhado no Google Classroom. O tempo necessário para essa atividade foi de aproximadamente 80 minutos.

3.5 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO Nº 5

Para comparar o tamanho nanométrico do coronavírus com a microescala e macroescala, os alunos utilizaram uma figura (Figura 3) que mostra as medidas e suas equivalências em nanômetros. Para exemplificar, a professora utilizou a espessura de um fio de cabelo, que mede aproximadamente 80 μm , e a transformou em nm. O desafio era responder a pergunta: *quanto mede sua mão em nanômetros?* E comparar esse tamanho com o fio do cabelo e do coronavírus, que é de aproximadamente 100 nm - desafio adaptado de Silva e Toma (2018). Para resolver o desafio, a professora deu algumas dicas, como utilizar um fio para medir o tamanho da mão. O tempo necessário para essa atividade foi de 60 minutos.

Figura 3 – Medidas e suas equivalências em nanômetros



Fonte: Silva e Toma (2018, p. 16).

3.6 ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO N° 6

Para relacionar o coronavírus com a nanociência, os alunos foram questionados sobre a existência de produtos do cotidiano que sejam tão pequenos quanto o coronavírus. Para fomentar o debate, os alunos foram instigados a imaginar quanto equipamentos cabem em um *smartphone*, como uma câmera fotográfica, um vídeo game, etc., para assim perceberem a diminuição de tamanho dos equipamentos ao longo do tempo.

O último desafio proposto foi pesquisar na cartilha “Nanotecnologia para todos!” de Silva e Toma (2018), no mínimo um produto que utiliza essa tecnologia ou que esteja em desenvolvimento e compartilhar as informações mais relevantes com os colegas. O tempo necessário para essa atividade foi de 20 minutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram avaliados qualitativamente, através da observação da professora perante a participação e empenho dos alunos. As atividades foram realizadas em cinco turmas durante seis semanas, na modalidade presencial e remota, totalizando 70 alunos envolvidos em pelo menos uma atividade investigativa do projeto. Todos os alunos do ensino presencial participaram, mas apenas alguns do remoto. Esse resultado já era esperado, pois poucos alunos da escola estão realizando as atividades a distância. Devido a pandemia, o ensino remoto foi imprescindível para controlar a transmissão do coronavírus e continuar com as atividades escolares, mas evidenciou problemas que já existiam, como a falta de acesso à internet e evasão escolar. Como mencionado por Costa e Nascimento (2020), as grandes transformações provocadas na educação pelo ensino remoto evidenciaram desigualdades que, até então, pareciam camufladas pelo acesso ao ensino de forma presencial nas salas de aula e alguns

aspectos se tornaram ainda mais visíveis, como a desigualdade social, tecnológica e econômica.

Na aula presencial, os alunos ficaram muito empolgados com a notícia de ter aula no laboratório de Ciências. Muitos relataram nunca ter tido aula em um e também não conheciam um microscópio de verdade. De acordo com Berezuk e Inada (2010), as escolas públicas possuem maior dificuldade para a realização de aulas no laboratório pelas condições precárias causadas pela falta de investimentos nesses estabelecimentos. Porém, mesmo com dificuldades, é importante propor alguma atividade prática, mesmo na sala de aula, pois assim, de acordo com esses autores, os alunos avaliam resultados, testam experimentos e dessa maneira, exercitam o raciocínio, solucionam problemas e são estimulados ao desafio.

A atividade de investigação nº 1 os desafiava a imaginar e desenhar como eram os tecidos das máscaras, o que gerou certa confusão. Muitos relataram ser difícil imaginar porque nunca tinham visto, por isso foi reforçado que não tinha errado nem certo e que depois eles veriam como era de verdade. Alguns alunos chegaram perto da realidade e outros desenharam algodões (fibras brancas que crescem em volta das sementes) nas máscaras de algodão.

Na atividade de investigação nº 2, em que a proposta era observar as máscaras no microscópio óptico e desenhá-las, mostrou-se um grande desafio e uma surpresa. Muitos se empenharam em desenhar perfeitamente. Foi observado um pouco de dificuldade em focar a imagem e em utilizar a régua como escala. Apesar das dificuldades, ficaram muito surpresos ao ver os tecidos, pois a maioria havia desenhado totalmente diferente, principalmente as máscaras de TNT e PFF2. Também foi notado uma grande curiosidade em observar outros objetos no microscópio, o que evidencia um interesse dos jovens pela ciência em geral, corroborando os resultados de uma pesquisa realizada no Brasil, onde 67% dos entrevistados declararam ter interesse ou muito interesse em ciência e tecnologia (MASSARINI *et al.*, 2021). Além disso, esse mesmo estudo afirma que o interesse por ciência e tecnologia cresce de forma marcada com o grau de escolaridade dos entrevistados e os mais jovens (15 a 17 anos de idade) têm uma chance ligeiramente maior do que os mais velhos de declarar interesse (MASSARANI *et al.*, 2021). Estes dados mostram a importância de fomentar a alfabetização científica na idade escolar.

Na terceira atividade de investigação, houve maior entendimento sobre a criação de hipóteses, pois não foi observada relutância sobre a realização da primeira parte do desafio. De todos os alunos participantes, apenas dois colocaram as figuras nas escalas corretas nas lacunas da “Hipótese” e a maioria dos alunos erraram as escalas das gotículas e aerossóis e do

coronavírus, porém acertaram as escalas das moléculas de O_2 , CO_2 e a do ser humano. Houve bastante mobilização dos alunos para completar o desafio. A grande dificuldade foi encontrar na internet o tamanho de cada estrutura, principalmente dos poros da máscara PFF2, sendo necessária a ajuda da professora. Quando questionados como as máscaras funcionam e como conseguimos respirar, alguns responderam corretamente, que é devido às partículas virais ficarem envolvidas pelas gotículas de saliva e aerossóis e porque as moléculas de gases respiratórios eram menores ainda. Outros demonstraram entender depois da explicação.

A atividade de investigação nº 4 consistiu em uma pesquisa bibliográfica sobre os diferentes microscópios e micrografia do coronavírus. Constatou-se pouco empenho e uma certa dificuldade em completar a tabela, principalmente sobre as escalas e estruturas observadas em cada tipo de microscópio, por isso lhes foi indicado utilizar novamente a figura sobre os limites das escalas (Figura 2), o que facilitou a sua execução. Todavia, foi observada a compreensão de que é necessário um microscópio eletrônico para a visualização do coronavírus.

Na atividade de investigação nº 4, para facilitar a medição da mão, a professora deu a dica de utilizar algum fio, como o do fone de ouvido, de colares, etc. Alguns alunos utilizaram até um fio do seu próprio cabelo, outros utilizaram a régua, medindo de cm em cm. Para converter cm em nm, mesmo dando um exemplo, a professora precisou auxiliar. Todavia, foi notável o entusiasmo e a cooperação da maioria dos alunos para resolver o desafio e muitos demonstraram surpresa com o resultado.

Na última atividade investigativa, na qual os alunos foram questionados sobre a existência de produtos utilizados no cotidiano que sejam tão pequenos quanto o coronavírus, muitos não sabiam responder ou achavam que não existia. Após a professora comentar sobre o *smartphone* e a evolução tecnológica, eles demonstraram curiosidade no assunto e foram instruídos a pesquisar, o que muitos fizeram imediatamente, comentando oralmente ou no Google Classroom.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se com esse trabalho, que boa parte dos discentes envolvidos no projeto tiveram pouco ou nenhum contato prévio com um laboratório e com um microscópio ao longo da vida escolar. Também, uma considerável parcela não sabia as diferenças entre as máscaras utilizadas contra o coronavírus e a maioria declarava não saber para quais escalas pertenciam as moléculas

de CO₂, O₂, coronavírus, poros da máscara PFF2, gotículas e aerossóis e também não conheciam produtos nanotecnológicos.

O desenvolvimento das atividades teve participação ativa da maioria dos alunos presentes, sendo possível observar dedicação e curiosidade dos mesmos pelo assunto, até daqueles que normalmente não manifestavam interesse nas aulas de Ciências/Biologia. A atividade que teve menos entusiasmo foi a pesquisa bibliográfica sobre as diferenças entre microscópios.

Tendo em vista os fatos apresentados, é possível considerar que as atividades contribuíram para uma aprendizagem mais significativa sobre as diferenças entre as máscaras de proteção contra o coronavírus e sobre a função e importância da utilização correta das mesmas. Também, auxiliaram na compreensão das escalas de materiais e estruturas biológicas, como a dos gases respiratórios, poros das máscaras e coronavírus, além do entendimento de que é necessário um microscópio eletrônico para visualizá-lo. Concomitantemente a isso, as aulas e as atividades contribuíram para que os alunos aprendessem a diferenciar uma micrografia de coronavírus de um modelo didático e relacioná-lo às tecnologias que possuem a mesma escala nanométrica. Além disso, o projeto auxiliou na aproximação dos alunos com diferentes áreas da ciência através de um tema relevante e atual ao propor uma conexão entre o coronavírus, escalas e a importância da utilização correta das máscaras e instigou os alunos ao conhecimento de novas tecnologias, como a nanotecnologia. Para um ensino-aprendizagem mais efetivo, recomenda-se aulas práticas com o microscópio óptico antes da observação das máscaras, assim como atividades de investigação sobre escalas de diferentes objetos e estruturas biológicas. Como possíveis atividades futuras, outras práticas poderiam ser realizadas, como observação de outros tipos de máscaras, a fabricação de nanopartículas magnéticas utilizando materiais caseiros, experiências sobre o efeito Tyndall e observação de outros materiais no microscópio óptico.

REFERÊNCIAS

BAR-ON, Yinon. M. *et al.* SARS-CoV-2 (COVID-19) by the numbers. **eLife**, 9, e57309, abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7554/eLife.57309>. Acesso em: 08 nov. 2021.

BEREZUK, Paulo Augusto e INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**.

Human and Social Sciences, Maringá, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010. Disponível em: [10.4025/actascihumansoc.v32i2.6895](https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v32i2.6895). Acesso em: 07 nov. 2021.

BIOLOGIA TOTAL COM PROF. JUBILUT. Usar máscaras faz você inalar menos O₂ e mais CO₂, causando hipóxia? 07 ago. 2020. Facebook. **Biologia total com prof. Jubilit** Disponível em: <https://www.facebook.com/biologiajubilit/photos/a.342439539171747/3533102540105415/?type=3>. Acesso em: 09 jun. 2021.

CLEBSCH, Angelisa Benetti; WATANABE, Marcio. Abordagem da nanociência e nanotecnologia a partir da escala. **CINTED-UFRGS: Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 1, p. 1-10, jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.75125>. Acesso em: 08 nov. 2021.

COSTA; Antonia Erica Rodrigues; NASCIMENTO, Antonio Wesley Rodrigues do. Os desafios do ensino remoto em tempos de pandemia no Brasil. *In: VII Encontro Nacional de Educação*, 2020, Maceió. Anais VII CONEDU - Edição Online, Campina Grande: Realize Editora, 04 nov. 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69217>. Acesso em: 07 nov. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRUBER, Arthur. Covid-19: o que se sabe sobre a origem da doença. **Jornal da USP**. 14 de abr. de 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/covid2-o-que-se-sabe-sobre-a-origem-da-doenca>. Acesso em: 08 de jun. 2021.

JING, Lee *et al.* Nanotecnologia na escola: possibilidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 119-131, mar. 2019.

MASSARANI, Luisa *et al.* **O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia**: pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT). Rio de Janeiro: Fiocruz/COC; INCT-CPCT, 2021. 225 p.: il. ISBN 978-65-87465-18-0. Disponível em: https://www.inct-cpct.ufpa.br/wp-content/uploads/2021/02/LIVRO_final_web_2pag.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.

MICHELIN, Lessandra; LINS, S. Rodrigo, FALAVIGNA, Asdrubal. **COVID-19: perguntas e respostas Centro de Telemedicina da UCS**. Caxias do Sul: EducS, 2020. *E-book*: Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-covid19-editora.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MORAIS, Fernando. G. *et al.* Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. **Aerosol Science and Technology**, v. 55, n. 9, p. 1028-1941, abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02786826.2021.1915466>. Acesso em: 07 jun. 2021.

MOREIRA, Ardilhes; PINHEIRO, Lara. OMS declara pandemia de coronavírus. **G1**. 11 mar. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/03/11/oms-declara-pandemia-de-coronavirus.ghtml>. Acesso em: 08 jun. 2021.

O ESTADO DE S. PAULO, Redação. OMS adverte sobre escassez de máscaras com avanço do coronavírus. **Estadão**, São Paulo, 04 mar. 2020. Disponível em:

<https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,oms-adverte-sobre-escassez-de-mascaras-com-avanco-do-coronavirus,70003219528>. Acesso em: 08 de jun. de 2021.

PANTOJA, Najara Vidal *et al.* Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: uma experiência de divulgação científica em Rio Branco – Acre. *In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2016.

PEREIRA, Fabio Delgado; HONÓRIO, Káthia M.; SANNOMIYA, Miriam. Nanotecnologia: Desenvolvimento de Materiais Didáticos para uma Abordagem no Ensino Fundamental. **Química Nova na Escola: Nanotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 73-77, mai. 2010.

PINHEIRO, Chloé. Uso de máscaras não provoca câncer de pulmão ou outros problemas. **Veja Saúde**. 11 de fev. 2021. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/blog/e-verdade-ou-fake-news/uso-de-mascaras-nao-provoca-cancer-de-pulmao-ou-outros-problemas/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

RANDAZZO, Walter *et al.* SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. **Water Research**, v. 181, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>. Acesso em: 08. Jun. 2021.

RENGASAMY, Samy *et al.* A comparison of facemask and respirator filtration test methods. **Journal of occupational and environmental hygiene**, v. 14, n. 2, p. 92-103, feb. 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1080/15459624.2016.1225157>. Acesso em: 08 jun. 2021.

SILVA, Delmárcio G. da; TOMA, Henrique E. **Nanotecnologia para todos!** Cartilha educativa para divulgação e ensino da nanotecnologia. São Paulo: Edição dos autores, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://www.ensinano.com.br/material-didatico>. Acesso em: 05 jun. 2021.


SOARES, Fernando. Apesar de lei federal, uso de máscara em locais fechados segue obrigatório no RS. **Gaúcha ZH**. 03 de jul. de 2020. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/coronavirus-servico/noticia/2020/07/apesar-de-lei-federal-uso-de-mascara-em-locais-fechados-segue-obrigatorio-no-rs-ckc6f34ks004x013i53p0gfbc.html>. Acesso em: 08 jun. 2021.

TEMOCHKO, Bruna. Covid-19: O que realmente funciona na prevenção. **Biologia Total**. 30 out. 2020. Disponível em: <https://blog.biologiatotal.com.br/covid-19-o-que-realmente-funciona-na-prevencao/>. Acesso em 08 de jun. 2021.


TOMA, Henrique Eisi; ARAKI, Koiti. Nanociência e nanotecnologia: o gigantesco e promissor mundo do muito pequeno. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, jul. 2005. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-gigantesco-e-promissor-mundo-do-muito-pequeno/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

WU, Fan *et al.* A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. **Nature**, v. 579, p. 265–269, fev. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>. Acesso em: 06 jun. 2021.

**APÊNDICE A – DOCUMENTO PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE
INVESTIGAÇÃO Nº 1 E 2**

	<p>NOME: _____ Turma: _____</p> <p>DESAFIO I e II : Imagine que você está olhando no microscópio o tecido de três máscaras diferentes... Desenhe o que você acha que veria e depois o que você vê:</p>			
I	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ALGODÃO</div> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	M	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ALGODÃO</div> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	I
M		C		R
A		O		S
G	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">TNT</div>	C	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">TNT</div>	Ó
I	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	P	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	I
N		O		O
A	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">PFF2</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">PFF2</div>	
Ç	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>		<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	
Ã				
O				

APÊNDICE B – DOCUMENTO PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO Nº 3

	NOME: _____ Turma: _____ DESAFIO 3: pense sobre o tamanho real das figuras (aerossóis, poros da PFF2, gases respiratórios, coronavírus e ser humano) e as cole nas escalas de "hipóteses". Depois, faça uma pesquisa pra descobrir se suas hipóteses estão corretas e cole as figuras nas suas escalas verdadeiras! Ao lado escreva o tamanho.
---	--

Hipóteses:

Escala atômica - molecular	Nanoescala	Microescala	Macroescala

Conclusão:

Escala atômica - molecular: _____	Nanoescala: _____	Microescala: _____	Macroescala: _____



APÊNDICE C – DOCUMENTO PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO Nº 4



	EEM FELIPE MARX – Taquara/RS
Área do Conhecimento: Ciências da Natureza Disciplina: _____ Professor(a): Camila L. Nome: _____ Turma: _____ Data: _____	

INSTRUÇÕES



- Você pode responder no caderno ou no Documentos Google.

DESAFIO 4

Microscópios

1. Agora que você constatou que não podemos ver o coronavírus e as moléculas de O_2 e CO_2 em um microscópio óptico (igual ao da escola), pesquise na internet e preencha a tabela sobre os vários tipos de microscópios que existem:

Tipo	Características	Escala (nm, μm , mm...)	Exemplos de estruturas biológicas (células, vírus, moléculas...)
Microscópio Óptico			
Microscópio Eletrônico de Varredura			
Microscópio Eletrônico de Transmissão			
Microscópio Eletrônico de Tunelamento			

2. Pesquise na internet uma imagem de microscopia do coronavírus, especificando qual o tipo de microscópio utilizado:

ANEXO A – CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

O(A) Diretor (a) da Escola **Estadual de Ensino Médio Felipe Marx** localizada na cidade de **Taquara** declara estar ciente e de acordo com a participação dos alunos desta Escola nos termos propostos no projeto de pesquisa intitulado "**Utilização de escala e nanociência no ensino básico para explicar o funcionamento das máscaras de proteção contra o Sars-CoV-2**", que tem como objetivos **explicar o funcionamento e diferenças dos principais tipos de máscaras utilizadas contra o coronavírus fazendo uma conexão com escalas e nanociência**. Este projeto de pesquisa encontra-se sob responsabilidade do(a) professor(a)/pesquisador(a) **Camila Custódio Leite**, sob orientação do(a) professor(a)/pesquisador(a) **Tatiana Souza de Camargo** da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta autorização está condicionada à aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS e ao cumprimento aos requisitos das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da saúde, comprometendo-se os pesquisadores a usar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo dos sujeitos.

Local e data *Taquara, 15 de julho de 2021*

Nome do(a) Diretor(a): *Januário Marques de Souza*

Assinatura _____



Professor(a)/Pesquisador(a) responsável (UFRGS):

Assinatura _____