

# Avaliação das Estratégias Pedagógicas Utilizadas no Estado do Rio de Janeiro para o Ensino de Química, Física e Biologia no Ensino Médio Durante o Primeiro ano da Pandemia de COVID-19

## *Evaluation of Pedagogical Strategies used in the State of Rio de Janeiro for Teaching Chemistry, Physics and Biology in High School During the First Year of the COVID-19 Pandemic*

Ricardo Soares,<sup>a,b,\*</sup> Márcia Cristina Santiago de Mello,<sup>c</sup> Maurício Gonçalves Margalho,<sup>c</sup> Angela Sanches Rocha,<sup>b</sup> Cleyton Martins da Silva,<sup>d</sup> Graciela Arbilla<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Instituto Estadual do Ambiente, Saúde, CEP 20081-312, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, CEP 20550-900, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

<sup>c</sup>Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, CEP 20040-000, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

<sup>d</sup>Universidade Veiga de Almeida, Campus Tijuca, CEP 20271-020, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

<sup>e</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Departamento de Físico-Química, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

\*E-mail: ricardos@inea.rj.gov.br

Recebido em: 23 de Dezembro de 2020

Aceito em: 12 de Abril de 2021

Publicado online: 27 de Setembro de 2021

On March 11, 2020, the World Health Organization declared that the epidemic of the new Coronavirus disease (COVID-19) was out of control and had become a global zoonotic pandemic. Consequently, more than 190 countries have implemented measures to contain the outbreak of the disease, including the Lockdown, mainly to avoid the saturation of their health systems. Humanity found itself in an unprecedented disruptive moment, in which basic education was compelled to change, compulsorily, the traditional paradigm of the teaching-learning process and to adopt emergency remote teaching, mediated massively by technological alternatives. In the Brazilian state of Rio de Janeiro, it was decreed that there would be no loss of school days during the year 2020. Therefore, teachers of Chemistry, Physics and Biology were forced to develop assignments and digital skills online, for which they were not prepared. In the private education network in Rio de Janeiro, science teachers had more favorable technological conditions, as well as a better return from synchronous and asynchronous online activities by students and family. In spite of these factors, the exacerbation of fatigue and professional exhaustion have been reported. In the federal education network, basic education classes were cancelled in 2020, as a pedagogical policy to mitigate the inequalities within the students. On the other hand, in the state education network, which is responsible for education of nearly 500,000 students in the state of Rio de Janeiro, classes were not cancelled. Among the numerous approaches adopted by teachers of Chemistry, Physics and Biology at the state network, the creation of 36 video classes that were broadcast on an open television station and on TV ALERJ stands out. An exponential drop was observed in the visualizations of the video classes, which may result in the loss of the scientific literacy quality of high school students. In this way, they may become more vulnerable to fake news and fake sciences and may have a worse formation as citizens and a poor critical sense.

**Keywords:** Anthropocene; globalization; COVID-19 pandemic; emergency remote education; nature sciences.

## 1. Introdução

A Organização Mundial de Saúde (OMS), no dia 11 de março de 2020, declarou que o surto internacional da nova doença COVID-19 (*Coronavirus disease 2019*) propagada pelo Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2) fugiu ao controle e tornou-se uma grave pandemia zoonótica global.<sup>1-3</sup> No Brasil, o estado do Rio de Janeiro, por ser o detentor da segunda maior Região Metropolitana, se viu rapidamente lançado ao indesejável posto de terceiro lugar no número de infectados por COVID-19 (registro de 1.269.239 infectados e 64.918 óbitos, em 21 de setembro de 2021), estando atrás apenas dos dois estados mais populosos do país (São Paulo e Minas Gerais, respectivamente).<sup>4</sup> Assim sendo, apenas 36 dias após o início do ano letivo escolar, isto é, em 16 de março de 2020, o governo do estado do Rio de Janeiro emitiu um decreto de saúde pública determinando que toda a estrutura educacional,<sup>5</sup> assim como as demais atividades culturais e de lazer situadas em terras fluminenses, deveriam permanecer fechadas por prazo indeterminado,<sup>6,7</sup> com isso instaurando um *Lockdown* parcial na esperança da contenção da COVID-19.<sup>8-11</sup> Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), iniciativas semelhantes foram tomadas internacionalmente em mais de 190 países, impactando diretamente mais de 90% da população estudantil mundial no mês de abril,<sup>7,12,13</sup> cifra que foi reduzida para 70% em maio, após a liberação das aulas presenciais nas escolas da China.<sup>13,14</sup>

Repentinamente, aproximadamente 3,5 milhões de estudantes (o que corresponde a 7,2% do total no Brasil),<sup>15</sup> assim como os respectivos profissionais da Educação Básica (EB) do estado do Rio de Janeiro se viram inseridos em um momento disruptivo e inédito na história da civilização humana.<sup>5,7</sup> Logo, o ensino de Química, assim como os das demais disciplinas, inclusive as ciências da natureza (Física e Biologia), ministradas na EB, foram inseridas compulsoriamente em um momento desafiador e sem precedentes, no qual toda a comunidade escolar teve que se adaptar a um novo paradigma pedagógico baseado no ensino remoto emergencial e dependente do uso massivo de alternativas educacionais *online*, em detrimento ao tradicional e bem estabelecido processo de ensino-aprendizagem presencial.<sup>5,6</sup>

No Rio de Janeiro, assim como nos demais estados brasileiros, os profissionais da EB se distribuem em três níveis relativos a diferentes faixas etárias dos estudantes: Educação Infantil (0 a 6 anos); Ensino Fundamental (7 a 14 anos) e Ensino Médio (15 a 17 anos). Esses mesmos profissionais, quer sejam de estabelecimentos de ensino privado ou público, tiveram que, emergencialmente, se adaptar ao novo desafio instrucional imposto pelas medidas governamentais do *Lockdown* parcial para a diminuição da propagação da COVID-19. Como estratégia governamental inicial, a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) suspendeu o ano letivo para toda EB ao antecipar os 15 dias do período de recesso escolar para a segunda quinzena de março, quando normalmente é concedido nas férias de julho.<sup>5-7,16</sup> Além disso, foi estabelecido institucionalmente que o calendário escolar não seria cancelado e que não haveria perda de nenhum dia letivo obrigatório (mínimo de 200 dias),<sup>5,7</sup> que por sua vez foram convertidos em carga horária (> 800 horas) para fins de processo avaliativo. Com isso, cada rede de ensino (pública ou privada) se viu obrigada a elaborar, de maneira autônoma e independente, a sua própria estratégia de ensino remoto para as aulas obrigatórias, o que inclui as de Química, Física e Biologia dos estudantes matriculados no Ensino Médio (EM).

Outro aspecto relevante é que neste novo modo de ensino remoto, pais e responsáveis exercem um papel mais efetivo na educação e na rotina escolar dos jovens, uma vez que as atividades escolares são realizadas predominantemente em casa.<sup>17</sup> Isso causa uma sobrecarga aos responsáveis, que acumulam trabalho e afazeres domésticos a esta nova função educacional, mas que também apresenta vantagens e podem estreitar as relações entre os participantes. No entanto, o que tem ficado mais evidente são alguns problemas crônicos do ensino brasileiro, como o abismo existente entre escola e família e a falta de recursos de uma fração significativa da sociedade, que pode tornar a defasagem no aprendizado ainda maior, sobretudo em relação às disciplinas que os estudantes têm, tradicionalmente, maiores dificuldades,<sup>18</sup> como a Química que requer um acentuado nível de abstração para um correto entendimento.<sup>19</sup>

O atual panorama em que a pandemia de COVID-19 se insere acentua ainda mais a percepção de que foi ultrapassada uma falsa dicotomia existente entre natureza e cultura,<sup>20</sup> tão premente no atual tempo na história do Planeta, ainda informalmente reconhecida como a Época do Antropoceno,<sup>21,22</sup> no qual a humanidade se converteu em uma força geológica sem precedentes no Sistema Terra.<sup>5,21,22</sup> Logo, é fundamental conhecer e avaliar cientificamente a efetividade das medidas governamentais e as políticas públicas que estão sendo tomadas no gerenciamento dessa grave crise zoonótica que vem afetando todos os aspectos da sociedade, com especial ênfase na educação, tendo em mente a possibilidade real do surgimento de futuras e devastadoras pandemias no Antropoceno.<sup>8,23</sup>

Com base em tudo o que foi exposto anteriormente, o objetivo deste estudo é avaliar a efetividade das estratégias elaboradas, assim como as medidas implementadas pelas redes de ensino pública e privada para o ensino de Química, Física e Biologia durante o primeiro ano da pandemia de COVID-19 no Estado do Rio de Janeiro.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa científica adotou um caráter exploratório e possui uma visão dialógica/complementar entre as abordagens quantitativas e qualitativas, assim como interagiu também com a epistemologia clássica e aquela mais recente relativa aos estudos que abrangem a utilização do ensino remoto emergencial de química,<sup>19</sup> física e biologia com o auxílio de alternativas *online* para fazer frente ao desafio da continuidade da educação formal no ensino médio do estado do Rio de Janeiro durante a pandemia de COVID-19.

Deve-se destacar que, além do levantamento bibliográfico tradicional (artigos, livros etc.) em diferentes bases de busca (*web of science*, *Scopus*, *Scielo*, *google scholar* entre outras) também foram avaliadas leis, decretos, resoluções, diretrizes, comunicações internas e demais documentos relevantes emitidos tanto pelo governo federal, quanto pelo governo estadual a respeito do tema e publicados nos respectivos Diários Oficiais, assim como foi realizado por Soares e colaboradores<sup>5</sup> e Silva e Peixoto.<sup>7</sup> Contudo, por mais que a abordagem qualitativa apresente maior liberdade teórico-metodológica para a realização de estudos, mostrar-se-á limitada, neste caso específico, a uma robusta objetivação, consistência e apreciação dos resultados obtidos. Logo, para fazer uma “conexão” com a atual sociedade midiática em que estão inseridas questões fortemente midiáticas, foi elaborado também um levantamento junto às redes sociais (*Facebook*, *YouTube* etc.) utilizadas pela SEEDUC-RJ, como forma de avaliar o perfil de interação dos estudantes (contagem do número de: visualizações, “gostei” e “não gostei”) com os vídeos elaborados pelos professores do estado e utilizados como material suplementar *online* nesse momento disruptivo, assim como foi realizado e proposto por Soares *et al.*<sup>5</sup>

A análise dos resultados gerados, longe de ter a pretensão de se tornar um diagnóstico cristalizado e imutável, permite traçar um “instantâneo” do panorama atual e servir de base para comparações com os escassos estudos realizados por pesquisadores nacionais e internacionais que se dedicam ao tema da educação durante a pandemia de COVID-19.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram separados em dois grupos focais, a rede privada e a pública de ensino, de modo a facilitar a análise e a discussão e, no final, pontuou-se alguns aspectos gerais relacionados a estes dados, e a importância de considerar o estado atual da sociedade no Antropoceno.

#### 3.1 A rede privada de ensino

Assim como observado por Soares e colaboradores,<sup>5</sup> a rede privada de ensino do Rio de Janeiro (RPE-RJ) é responsável por lecionar Química, Física e Biologia a aproximadamente 22% dos estudantes do EM do estado, o que corresponderia à aproximadamente 13% dos estudantes deste segmento no Brasil (Tabela 1).<sup>15</sup> Geralmente, esses estudantes são, em sua ampla maioria, típicos representantes dos estratos mais ricos da sociedade brasileira (classes médias, média-altas e altas), com as devidas exceções na figura de bolsistas que recebem subsídios integrais ou parciais nas mensalidades escolares. Consequentemente, esses estudantes possuem melhores condições financeiras e apoio familiar que os permitem usufruir de uma estrutura tecnológica privilegiada (TV por assinatura, serviços de *streaming*, *wi-fi* para *notebooks* e *tablets*, assim como tecnologia 4G com pacote de dados ilimitados em *smartphones*), para a utilização de um amplo leque de alternativas educacionais (conteúdos lúdicos, didáticos e paradidáticos) ofertado pelas escolas da RPE-RJ.<sup>24</sup>

Os professores das escolas da RPE-RJ vêm ofertando aulas remotas de Química, Física e Biologia utilizando recursos tecnológicos modernos de maneira síncrona e/ou assíncrona, com destaque para:

- Videoaulas;
- Videoconferências por aplicativos (*Zoom*, *Google Meet*, *Microsoft Teams* etc.);
- Criação de estúdios multimídia com câmeras e equipamentos apropriados para *streamings* e *lives*;
- Plataformas *online* que permitem interação inter e intra-estudantil;

- Criação de canais institucionais próprios na plataforma de vídeos *YouTube* e ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

Logo, não é nada surpreendente que, diante dessas condições tecnológicas mais favoráveis facultadas aos professores da rede privada, tenha sido observado que são esses mesmos profissionais os que mais disponibilizam aulas *online* síncronas e os que obtêm melhores retornos em participação dos estudantes e de seus familiares.<sup>7</sup> Esse fato também foi observado por Saraiva e colegas, que identificaram uma maior oferta de atividades síncronas disponibilizada pela rede privada de ensino do estado do Rio Grande do Sul.<sup>25</sup> Segundo o filósofo húngaro István Mészáros, nas sociedades capitalistas contemporâneas, a educação como um todo está fortemente vinculada ao mundo do mercado de trabalho.<sup>26</sup> De acordo com tal perspectiva, as melhores condições de estrutura do ensino privado podem ser explicadas pelo lugar/posição que seus discentes são preparados, ao longo da vida, para ocupar/possuir no porvir profissional. Estas posições são relativas a distintas funções sociais desejadas no sistema de produção capitalista, quando comparados aos estudantes das redes públicas de ensino (federais, estaduais e municipais).

Contudo, mesmo com todo esse aparato tecnológico favorável, tem se relatado que uma fração expressiva de profissionais da educação da RPE-RJ está apresentando um aumento considerável da sua jornada de trabalho (no mínimo 2 horas por dia além da carga horária contratada) para fazer frente ao desafio de administrar múltiplas atividades novas e/ou híbridas, sendo essa sobrecarga laboral principalmente identificada nas professoras, assim como foi indicado em uma recente pesquisa realizada com profissionais da educação básica no estado do Paraná.<sup>27</sup> Destaca-se o fato dos profissionais da RPE-RJ não serem minimamente qualificados e/ou previamente treinados para realizar estas novas atividades,<sup>5,24,25</sup> ao mesmo tempo em que tentam conciliar as suas próprias vidas pessoais com cuidados parentais de entes familiares no ambiente doméstico, que praticamente se tornou público, convertendo-se quase em uma extensão da sala de aula.<sup>27</sup> Também, vem sendo relatado o aumento nos níveis de *stress*, esgotamento físico e mental, bem como fadiga ocupacional (síndrome de *Burnout*) entre estes educadores,<sup>12</sup> já emocionalmente fragilizados e comprometidos com este período de Pandemia de COVID-19 e com medo de ingressarem no segmento da população economicamente ativa atualmente desempregada, que já atinge 14% dos brasileiros ou dos 40% da população trabalhadora informalmente empregada.<sup>3,24</sup>

**Tabela 1.** Distribuição dos estudantes do EM no Rio de Janeiro e no Brasil em 2020<sup>15</sup>

Estudantes	Rede Privada	Rede Pública		Total
		Federal	Estadual	
Rio de Janeiro	114.350	6.413	484.855	605.618
Brasil	907.039	17.069	6.144.897	7.069.005

### 3.2 A rede pública de ensino no estado do Rio de Janeiro

Soares e colaboradores alegam que, para se fazer uma justa e adequada reflexão do ensino de Química, Física e Biologia em tempos de Pandemia de COVID-19 na rede pública do Rio de Janeiro, faz-se necessário compreender as tramas complexas que retroalimentam a educação pública atuante no estado.<sup>5</sup> Como pode ser observado nas Tabelas 1 e 2, que apresentam os quantitativos de estudantes e escolas do EM, respectivamente, a rede pública de ensino situada no Rio de Janeiro é distribuída entre os dois principais entes federativos que compõem o país (governo federal e estadual). Logo, o RJ possui 62 escolas a cargo do governo federal que congregam um universo de 6.413 estudantes aptos para a aprendizagem de Química, Física e Biologia e 1.230 escolas de responsabilidade do governo do estado do Rio de Janeiro, que abrangem um quantitativo expressivo de 484.855 estudantes (aproximadamente 77% do total do estado e 7,9% do total do Brasil, respectivamente).<sup>5</sup>

#### 3.2.1 Rede pública federal de ensino

A rede pública federal de ensino do estado do Rio de Janeiro (RPFE-RJ) distribui seus alunos do EM entre colégios militares/civis, Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET) e Institutos Federais (IF).<sup>5,28</sup> No estado estão localizados: o Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ) e o Colégio Pedro II; dois IFs (Instituto Federal Fluminense - IFF e Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ) e o CEFET-RJ, todos com os seus respectivos *campi* descentralizados e espalhados em alguns dos 92 municípios do estado, com sua população de mais de 17 milhões de habitantes.<sup>28</sup>

Dentre essas instituições, apenas o CMRJ adotou o regime de ensino remoto emergencial para as suas atividades pedagógicas, incluindo aulas *online* em seu exclusivo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVACMRJ) para os alunos do EM, mas proporcionou facultativamente e, a critério dos pais/responsáveis, o retorno às aulas presenciais no dia 05 de outubro de 2020 para os estudantes que não possuem acesso à *internet*.<sup>29</sup> As demais instituições, usando de suas autonomias administrativas asseguradas pela Constituição Federal da República do Brasil, decidiram suspender integralmente as suas aulas presenciais e/ou remotas, quer fossem síncronas ou assíncronas. Essas escolhas foram justificadas por intermédio de consultas internas entre suas respectivas comunidades escolares, onde foi apurado que fração significativa dos estudantes (>30%) não possuía os meios tecnológicos necessários (impossibilidade de contratação de *wi-fi* residencial e/ou

pacote de dados 4G limitados) para acompanhar as aulas, o que realçaria ainda mais a desigualdade social existente entre as diferentes parcelas dos estudantes dessas instituições. Logo, os professores de Química, Física e Biologia só voltarão a ministrar aulas caso seja equacionada a questão de acesso à *internet* dos estudantes pobres e vulneráveis socialmente, com isso deixando sem aulas formais praticamente 1% dos estudantes do EM do Rio de Janeiro.<sup>5</sup>

Essa é uma situação altamente paradoxal, pois ao se recusarem a desenvolver atividades no ensino remoto emergencial para que não fosse realçada a desigualdade social entre seus alunos, essas mesmas instituições colocaram em evidente desvantagem o seu corpo discente perante os estudantes da RPE-RJ, ou até mesmo perante os estudantes da rede pública estadual de ensino (RPEE-RJ), que em dezembro já se encontravam praticamente no fim do ano letivo de 2020. Além disso, a adoção dessa política pedagógica pode acarretar consequências desastrosas e/ou perversas aos alunos concluintes do 3<sup>a</sup> ano do EM, que terão postergados por no mínimo um ano, na melhor das hipóteses, a sua inserção no mercado de trabalho ou a complementação de seus estudos em uma instituição de ensino superior pública e gratuita. Esse é um fato que merece bastante atenção, por conta dos formuladores de tais políticas pedagógicas, pois no Brasil, a educação superior é, normalmente, associada à possibilidade de ascensão social e, portanto, capaz de agregar um considerável valor à força de trabalho e possibilitar a esses mesmos futuros trabalhadores uma perspectiva de uma renda melhor, assim como um melhor padrão de vida para si e aos seus familiares. Para muitos jovens, um diploma de ensino superior oferece maiores oportunidades de obtenção de um emprego na máquina pública do Estado, fator que pode significar estabilidade econômica, ou em atividades privadas financeiramente mais atraentes.<sup>30</sup>

#### 3.2.2 Rede pública estadual de ensino

A SEEDUC-RJ, atenta aos anseios da sociedade e ciente que o atual ensino remoto é uma mudança temporária, porém necessária para a manutenção do vínculo formal do estudante com a escola, devido à emergência imposta pela pandemia de COVID-19, como política pública governamental, optou por firmar um convênio com a *Google* em abril deste ano. A ideia é que todos os seus quase meio milhão de estudantes do EM pudessem usar, durante a pandemia, a plataforma virtual *Google Classroom*,<sup>5,7</sup> vinculada a uma conta de e-mail do *Google For Education*, estando em consonância com iniciativas tomadas por diversos países ao redor do

**Tabela 2.** Distribuição das escolas do EM no Rio de Janeiro e no Brasil<sup>5,15</sup>

Escolas do EM	Rede Privada	Rede Pública		Total
		Federal	Estadual	
Rio de Janeiro	4.694	62	1.230	5.986
Brasil	40.641	701	30.319	71.661

mondo.<sup>13</sup> O acesso, além de gratuito, não consome o pacote de dados da *internet* 4G que, assim como relatado para um período de crise educacional na África do Sul e para uma escola municipal rural situada em Petrópolis (RJ), possui custos elevados,<sup>5,6,31</sup> o que seria inviável para os estudantes de famílias socialmente vulneráveis.<sup>7</sup> Além disso, foi contratado, também emergencialmente, a impressão de material didático (livros e apostilas) já utilizados pela rede da SEEDUC-RJ, conhecidos como “Cadernos de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorreguladas” para que os alunos pudessem desenvolver suas atividades de maneira assíncrona em suas residências com ou sem a mediação por parte dos professores.<sup>5,7</sup> Outra estratégia *online* utilizada pela SEEDUC-RJ foi a mobilização do corpo docente e discente, realizada por intermédio de redes sociais como *Facebook* e *Instagram*, as quais se tornaram palcos para debates sobre temas educacionais e veículo de informação da comunidade escolar sobre os esforços de manutenção do conteúdo didático.

Assim como exposto por Potgieter *et al.*<sup>31</sup> e Sales<sup>19</sup> os professores de Química, Física e Biologia do estado do Rio de Janeiro vêm respondendo ao desafio de implementar e assimilar o ensino remoto mediado por alternativas tecnológicas e modos de comunicação digitais que, em um momento tão delicado, nunca usaram previamente. Esse fato é corroborado por uma recente pesquisa, conduzida durante a pandemia de COVID-19, em uma escola estadual localizada no município de São João da Barra (RJ), onde foi constatado que mais da metade dos professores possuía mais de 20 anos de magistério e que 91% deles nunca tinha usado antes o *Google Classroom*.<sup>7</sup> Esses docentes se esforçaram para fornecer aos alunos, por intermédio do ensino remoto, as condições de acúmulo e inculcação de um capital cultural básico que, no plano simbólico, se expressa pelo domínio dos conteúdos científicos transmitidos por alternativas tecnológicas, mesmo não recebendo qualquer tipo de ajuda de custo governamental para suprir a depreciação de seus equipamentos privados (*smartphones*, computadores, *tablets*) que tornaram-se equipamentos de trabalho em tempo quase integral.<sup>32</sup>

Segundo o sociólogo Pierre Bourdieu, as crianças e adolescentes provenientes das classes sociais mais abonadas obtêm previamente, no meio familiar, um conjunto de saberes, gostos e habilidades que lhes facilitam o progresso no sistema de ensino.<sup>33</sup> Considerando que os filhos das classes sociais de renda mais baixa não dispõem das mesmas facilidades, os conhecimentos transmitidos pelo sistema regular de ensino, mesmo que de forma remotas, são muito importantes para ampliar os saberes que possuem e mitigar as desigualdades socioculturais, mas sem a ingenuidade de acreditar que estudantes que, em muitas das vezes, possuíam na escola a única fonte de uma alimentação decente e digna diariamente poderão concorrer em condições de igualdade com os estudantes da RPEE-RJ.<sup>23</sup>

Em um verdadeiro “esforço de guerra pedagógico”, sem precedentes na educação do Rio de Janeiro, foram

mobilizados e requisitados os esforços dos professores de Química, Física e Biologia para que produzissem voluntariamente, e de acordo com as suas possibilidades estruturais, conteúdos didáticos para suas respectivas turmas no *Google Classroom*, assim como videoaulas, que foram disponibilizadas para todo o segmento do EM da RPEE-RJ. Além disso, foram contratados, emergencialmente, dois horários comerciais na emissora de televisão Bandeirantes® e solicitado gratuitamente um horário na emissora de televisão estatal da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (TV ALERJ), para que as videoaulas desenvolvidas pelos professores da RPEE-RJ fossem disponibilizadas aos estudantes, incluindo aqueles com dificuldade de acesso à *internet*.<sup>5,7</sup> Isto é importante pois, embora seja conhecido que quase 100% dos estudantes com idade acima de 10 anos possuem acesso à *internet* no Brasil por aparelhos de telefonia celular,<sup>6,7</sup> isso não necessariamente significa que eles tenham pacotes de dados 4G ilimitados, assim como, existe o agravante de que mais de 20 milhões de domicílios brasileiros não possuem conexão por *wi-fi*,<sup>6</sup> principalmente aqueles localizados nas periferias dos grandes centros urbanos e/ou nas zonas rurais.<sup>12</sup>

Logo, de 06 de maio a 11 de setembro de 2020 foram transmitidas 36 videoaulas de Química, Física e Biologia (12 aulas para cada disciplina em cada uma das três séries do EM) com 15±1 minutos de duração dentro do horário (1 h) disponibilizado pela emissora Bandeirantes® à SEEDUC-RJ, a partir das 6:00 h da manhã de segunda a sexta, com reprise às 14:00 h. Essas mesmas aulas foram também reprisadas na TV ALERJ, de segunda a sexta-feira, das 7:00 às 9:00 h da manhã. Posteriormente, todo o conteúdo gerado nas videoaulas se manteve disponível no canal “SEEDUC no ar” na plataforma *YouTube* até o fim de dezembro.<sup>5,7,16</sup> A utilização de aulas para a EB em programas de televisão em emissoras abertas também foi reportada como alternativas educacionais suplementares em alguns países da América Latina (México, Chile e Uruguai).<sup>13</sup>

Segundo Soares *et al.*,<sup>5</sup> as videoaulas representam um voluntarioso esforço dos profissionais da educação da RPEE-RJ, que em sua imensa maioria nunca tinham desenvolvido aulas *online*, nem mesmo materiais paradidáticos virtuais, mas que assim como professores de outros países reconhecem o potencial pedagógico do *YouTube* na integração de grandes classes de estudantes, bem como ferramenta auxiliar para a compreensão de princípios científicos práticos consagrados.<sup>34,35</sup> Entretanto, por mais que essas videoaulas atendam ao propósito de servir como material suplementar oferecido em um ambiente de aprendizado flexível e conveniente em que os estudantes seriam donos do ritmo de seus aprendizados,<sup>16,32,34</sup> deve-se destacar o baixo número de inscritos no canal “SEEDUC no ar” (17.728 inscritos)<sup>16</sup> o que não corresponde à nem 3,5% dos estudantes de EM da RPEE-RJ.<sup>5,15</sup>

Segundo Paulo Freire, a solução e a superação dos problemas estruturais da EB perpassam, inevitavelmente, pela formação de um compromisso ético, político e social

das autoridades competentes e dos educadores em geral em assegurar uma educação universal e pública com qualidade – capazes de superar o histórico descaso destinado à educação pelos governos pretéritos neoliberais.<sup>36</sup> No passado, quando a escola pública se destinava a formar os filhos da “elite”, havia um maior comprometimento em assegurar a qualidade do ensino. Todavia, o compromisso ético, político e social de todos aqueles realmente engajados com a educação pública, atualmente, precisa se traduzir em oferecer formação cidadã crítica e com qualidade. Na atual conjuntura de pandemia de COVID-19, o ensino remoto mediado pela utilização massiva de alternativas tecnológicas é essencial para atingir essa finalidade mesmo com todas as suas falhas e deficiências.

Como pode ser observado na Figura 1 e nas tabelas disponibilizadas como “Materiais Suplementares” (MS) desse artigo, foi observado uma forte tendência de queda com um comportamento aproximadamente exponencial, no número de visualizações das videoaulas *online* de Química, Física e Biologia com o passar do tempo, corroborando o mesmo comportamento observado previamente para, somente, as aulas de química por Soares *et al.* no primeiro semestre de 2020.<sup>5</sup> Isso pode ser um indício de que as videoaulas mais novas ainda não foram assistidas massivamente, devido à sua postagem recente, ou que os estudantes do EM deram preferência a assistir pela televisão, ou que não se sentiram estimulados/engajados o suficientes a aderirem à essa proposta pedagógica suplementar *online*. Torna-se necessário então um minucioso levantamento junto às respectivas emissoras, para descobrir qual foi a real audiência das videoaulas quando transmitidas na televisão aberta naquele período. Isso não é de todo surpreendente, pois como indicado por Silva e Peixoto,<sup>7</sup> em recente pesquisa nacional realizada com mais de 30.000 jovens estudantes de todo o Brasil nesse momento de pandemia de COVID-19, apenas 20% afirmaram estar se instruindo por aulas na TV aberta (com ou sem mediação do professor), ou por videoaulas pelo *YouTube* (29%).

Esse aparente desinteresse pode ser reflexo de um comprometimento físico e/ou psicológico dos estudantes, que com o prolongamento do *Lockdown* parcial podem apresentar o agravamento de doenças mentais (ansiedade, angústia, *stress* e depressão) pré-existentes ou não,<sup>12</sup> ou simplesmente uma consequência do desafio que é lecionar de forma assíncrona disciplinas tais, como a química e a física, que muitas das vezes são reduzidas a deduções enfadonhas de equações, memorização descontextualizada de fórmulas e nomenclaturas de compostos e substâncias.<sup>19</sup>

Segundo o historiador israelense e *best seller* internacional Yuval N. Harari os governos do mundo assumiram um risco ao tornar a educação um experimento social em larga escala, pois acreditaram que os riscos da inação seriam muito maiores.<sup>37</sup> Logo, no caso do estado do Rio de Janeiro, o compromisso com a educação em tempos de crise motivou e estimulou os docentes de Química, Física e Biologia para que tentem romper a barreira da falta de

capacitação e treinamento prévio, e desenvolver conteúdos educacionais digitais originais. Contudo, conforme indicado por Soares e colaboradores,<sup>5</sup> é inevitável apontar algumas falhas severas, que podem ter alguma relação com a evidente diminuição da audiência das videoaulas *online* com o passar do tempo, quais sejam:

- a) A transmissão da emissora não foi universalizada, pois só abrangia a Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, excluindo os estudantes do interior (praticamente metade da rede estadual);
- b) Uma parcela significativa dos estudantes do EM da RPEE-RJ não possuem um *smartphone*, ou quando possuem são obsoletos, ou não poderiam usar para baixar vídeos no *YouTube* devido a um limitado ou até mesmo inexistente pacote de dados 4G;
- c) A falta de infraestrutura tecnológica adequada para a confecção das videoaulas proporcionou um comprometimento na qualidade, principalmente do áudio, o que pode acarretar desestímulo e desinteresse pelo estudante;
- d) Ficaram evidentes as limitações pedagógicas digitais dos professores, que não possuem em sua carga horária da jornada de trabalho, previsão para o desenvolvimento de uma formação docente continuada, que pode ser implementada por meio de cursos para uso de novas tecnologias educacionais *online*;
- e) O caráter preferencialmente expositivo das videoaulas, além de serem pouco estimulantes, não substituem adequadamente conceitos e fundamentos que são mais solidificados mediante aulas experimentais em laboratórios de Química, Física e Biologia;
- f) A falta de uma intermediação docente síncrona pode ter afetado a capacidade de entendimento dos estudantes de conceitos altamente abstratos, inerentes às disciplinas das ciências da natureza;
- g) A compartimentalização dos conteúdos disciplinares apresentados nas videoaulas, sem uma interação com outras áreas do conhecimento, pode ter contribuído para o desinteresse e o comprometimento da apropriação de conceitos.

Embora o presente texto retrate a realidade do estado do Rio de Janeiro, muitos dos desafios e dificuldades aqui apresentados não são exclusivos de terras fluminenses, nem tampouco do Brasil.<sup>12</sup> Na Espanha também foi evidenciada a não universalização do acesso *online* e a necessidade de impressão de material didático para os alunos excluídos digitalmente, bem como a mesma fragilidade por parte dos docentes em se apropriarem pedagogicamente das alternativas tecnológicas disponíveis.<sup>13</sup> Por outro lado, na China foi relatado a dificuldade na manutenção dos *links* de acesso das plataformas de aprendizado em condições operacionais, assim como o desafio por parte dos professores da EB local em manter os alunos engajados, sendo que os mesmos reconhecem que o impacto na educação será irreversível: estudantes sofrerão atrasos no ingresso ao

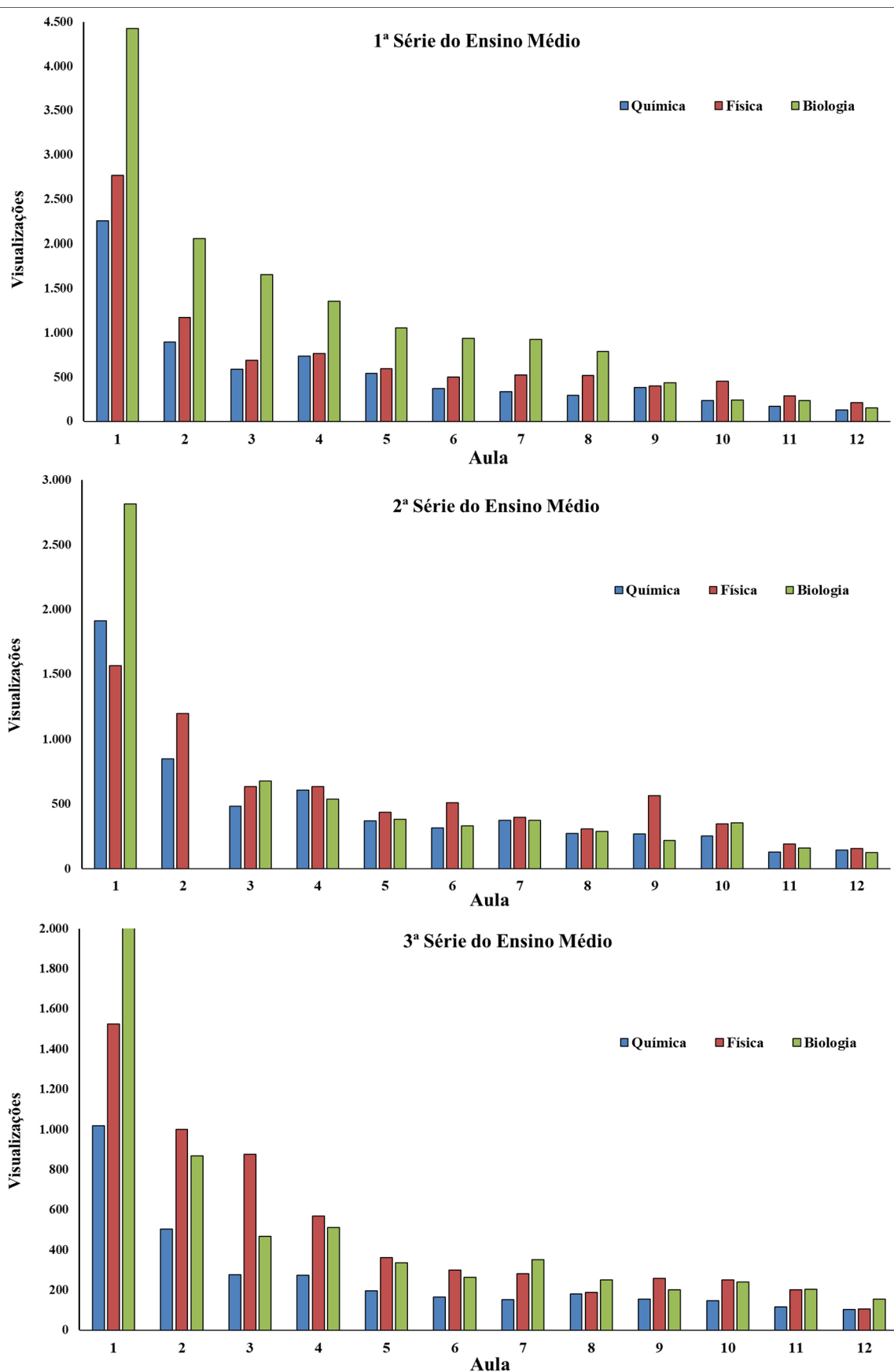


Figura 1. Evolução do número de visualizações das videoaulas *online* de Química, Física e Biologia mantidas no canal “SEEDUC no ar” no ano de 2020

ensino superior, que por sua vez será propagado em um maior tempo de retenção nas universidades.<sup>13</sup>

### 3.3. Atingindo um novo estado de equilíbrio dinâmico

Toda a comunidade educacional internacional foi pega de surpresa em um período praticamente catastrófico, onde aqueles diretamente envolvidos estão sendo diariamente postos à prova para que seja atingido um novo estado de equilíbrio educacional em que os aprendizados formais, especificamente de Química, Física e Biologia no EM, possam ser estimulantes e contínuos o suficiente,<sup>38</sup> para demover da cabeça o desejo que ronda cerca de 28% dos estudantes brasileiros que já pensaram em abandonar os estudos em definitivo por conta da Pandemia de COVID-19.<sup>7</sup> Com isso, deve ocorrer um aumento da triste estatística de evasão escolar, comprometendo a melhoria da aprendizagem e aumento do acesso educacional, duramente obtidos nas últimas décadas.<sup>12,39</sup> Contudo, o Brasil não possui uma tradição e nem tampouco uma cultura em ensino remoto para a EB,<sup>6</sup> principalmente na rede pública, o que torna ainda mais desafiador para os profissionais que lecionam conteúdos de Química, Física e Biologia que, ainda por cima, se veem impedidos de complementar o ensino com práticas laboratoriais ou alternativas pedagógicas exploratórias,<sup>40</sup> tão importantes no ensino de ciências fenomenológicas, ao invés das tradicionais práticas pedagógicas meramente expositivas.

Além do fantasma do aumento substancial da evasão escolar que ronda a EB brasileira em tempos de Pandemia de COVID-19, teme-se, que assim como observado em eventos históricos extremos (quarentena de dois meses provocada por epidemia de poliomielite nos EUA em 1916; greve de professores por seis meses na Bélgica em 1990; Furacões Katrina e Rita que provocaram a realocação compulsória de estudantes no sul dos EUA em 2005)<sup>14</sup> possa ocorrer uma redução significativa da escolaridade média ao longo da vida dos estudantes do EM, com especial prejuízo para as ciências da natureza e matemática, tornando esses futuros cidadãos mais propensos à uma baixa literacia científica. Esta deficiência no letramento pode contribuir para o aumento da vulnerabilidade destes indivíduos e do potencial de serem manipulados por *fake news* e/ou *fake sciences*, elaboradas e propagadas por grupos de interesses negacionistas e contrários à ciência. Cidadãos instruídos e com um senso crítico desenvolvido contribuem mais para que a sociedade evolua como um todo e, no aspecto da saúde, vê-se que isso é essencial para o enfrentamento da atual e das possíveis futuras pandemias no Antropoceno.<sup>37</sup>

Infelizmente, esses professores tanto da RPE-RJ quanto RPEE-RJ não dispõem de capacitação, nem tampouco alternativas tecnológicas que incluam experimentos que utilizem remotamente ambientes de laboratório ou experimentos que simulem um ambiente de laboratório virtual, como é feito nos países mais desenvolvidos.<sup>40</sup> Além disso, a exigência que os estudantes continuem seus estudos

em casa por um período indefinido pode acentuar ainda mais o abismo no progresso educacional entre as distintas classes sociais devido à imensa desigualdade social inerente à sociedade brasileira.<sup>14,27,39,41</sup>

Finalmente, a COVID-19 cada vez mais é reconhecida como uma doença paradigmática do Antropoceno e o atual momento exige a adoção de medidas rápidas e eficazes condizentes com um novo período geológico, podendo servir até mesmo como um “balão de ensaio” para o enfrentamento de novas pandemias, de origem zoonótica ou não, que futuramente poderão surgir na “Época dos Humanos”. Todavia, teme-se que uma baixa eficiência das medidas tomadas para o gerenciamento da atual crise sanitária que se abate sobre a EB, pode se converter em um “catalisador” acentuando ainda mais o fosso existente entre os graus de instrução formais das diferentes classes sociais. Isso ocorre porque, por mais que os estudantes dos estratos mais ricos da sociedade brasileira não sejam imunes aos impactos do *Lockdown* parcial, tradicionalmente, são os estudantes socialmente mais vulneráveis que carregam o fardo mais pesado, convertendo a pobreza em uma penalidade em tempos pandêmicos do Antropoceno.

## 4. Conclusões

Esse estudo pretendeu mostrar um “instantâneo” da realidade cotidiana enfrentada pelos profissionais da educação em Química, Física e Biologia do ensino médio do estado do Rio de Janeiro, mas sem a pretensão de almejar esgotar o tema, traçar um panorama exaustivo, apontar tendências futuras ou avaliar profundamente os resultados educacionais que ainda estão sendo gerados e gerenciados em um período histórico que não foi encerrado e nem mesmo tem previsão para acabar tão cedo.

As estratégias e abordagens aqui descritas fazem parte do “maior experimento educacional não planejado já visto pela humanidade”, e pode servir como centelha para uma revolução educacional mediada pela tecnologia *online*, na qual o papel do professor seria o de um mediador de ambientes virtuais de aprendizagem, comportando-se praticamente como um curador do processo de construção da aprendizagem, no qual o estudante tem o desafio de ser cada vez mais protagonista e responsável pela organização, disciplina e gestão de seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Contudo, o atual momento expõe a necessidade das escolas a se adequarem a uma formação integral do indivíduo, que não preze ou apele apenas para o caráter “conteudístico” ou pelo aspecto cognitivo, mas que forneçam ferramentas que contemplem, também, a formação socioemocional do sujeito, pois essas habilidades preparam os jovens para os desafios da vida, ao fomentarem as relações interpessoais e sociais.

Finalmente, como exposto neste estudo, uma conjunção de fatores negativos vem se aglutinando ao longo deste primeiro ano da Pandemia de COVID-19, no qual aos poucos



está se formando uma “tempestade perfeita”, que poderá envolver a educação básica do Rio de Janeiro e, quiçá do Brasil, provocando deficiências na formação dos jovens. É possível que estes efeitos afetem a universalização do ensino e os ganhos educacionais obtidos nas últimas décadas, bem como a diminuição da alfabetização científica dos futuros cidadãos, conseguido por meio de políticas públicas e métodos de ensino mais democráticos. Consequentemente, ao comprometer a literacia científica dos jovens, corre-se o risco que estes se tornem mais vulneráveis aos discursos pseudocientíficos e/ou negacionistas à ciência, contribuindo para aumentar fragilidades relacionadas à saúde pública no Brasil, como práticas de automedicação e resistência ao uso de vacinas.

## Agradecimentos

Os autores prestam suas homenagens e agradecem formalmente a todos os profissionais da educação básica do estado do Rio de Janeiro, que mesmo não possuindo as condições adequadas se mantêm firmes na missão de educar jovens e adultos durante a Pandemia de COVID-19.

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

## Referências Bibliográficas

- Croda, J.; Oliveira, W. K. de; Frutuoso, R. L.; Mandetta, L. H.; Baia-Da-silva, D. C.; Brito-Sousa, J. D.; Monteiro, W. M.; Lacerda, M. V. G.; Covid-19 in Brazil: Advantages of a socialized unified health system and preparation to contain cases. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* **2020**, *53*, 2. [CrossRef] [PubMed]
- Silva, C. M.; Arbilla, G.; COVID-19: Challenges for a new epoch. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* **2020**, *53*, 1. [CrossRef] [PubMed]
- Thomé, B. C.; Matta, G. C.; Rego, S. T. A.; Ethical Considerations for Restrictive and Physical Distancing Measures in Brazil During COVID-19: Facilitators and Barriers. *Journal of Bioethical Inquiry* **2020**, *1*, 1. [CrossRef]
- Ministério da Saúde - Coronavírus/Brasil, 2020. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
- Soares, R.; Mello, M. C. S. de; Silva, C. M.; Machado, W.; Arbilla, G.; Online chemistry education challenges for rio de janeiro students during the covid-19 pandemic. *Journal of Chemical Education* **2020**, *97*, 3396. [CrossRef]
- Carius, A. C.; Teaching Practices in Mathematics During COVID-19 Pandemic: Challenges for Technological Inclusion in a Rural Brazilian School. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences* **2020**, *4*, 35. [CrossRef]
- Silva, F. C. dos S.; Peixoto, G. T. B.; Percepção dos professores da rede estadual do Município de São João da Barra - RJ sobre o uso do *Google Classroom* no ensino remoto emergencial. *Research, Society and Development* **2020**, *9*, 1. [CrossRef]
- Silva, C. M.; Soares, R.; Machado, W.; Arbilla, G.; A Pandemia de COVID-19: Vivendo no Antropoceno. *Revista Virtual de Química* **2020**, *12*, 1001. [CrossRef]
- Siciliano, B.; Dantas, G.; da Silva, C. M.; Arbilla, G.; Increased ozone levels during the COVID-19 lockdown: Analysis for the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of the Total Environment* **2020**, *737*, 1. [CrossRef] [PubMed]
- Siciliano, B.; Carvalho, G.; da Silva, C. M.; Arbilla, G.; The Impact of COVID-19 Partial Lockdown on Primary Pollutant Concentrations in the Atmosphere of Rio de Janeiro and São Paulo Megacities (Brazil). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **2020**, *105*, 2. [CrossRef] [PubMed]
- Dantas, G.; Siciliano, B.; França, B. B.; da Silva, C. M.; Arbilla, G.; The impact of COVID-19 partial lockdown on the air quality of the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of the Total Environment* **2020**, *729*, 139085. [CrossRef] [PubMed]
- Dias, É.; Pinto, F. C. F.; A educação e a Covid-19. *Ensaio* **2020**, *28*, 545. [CrossRef]
- Arruda, E. P.; Educação Remota Emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. *EmRede - Revista de Educação à Distância* **2020**, *7*, 257. [CrossRef]
- Oliveira, J. B. A.; Gomes, M.; Barcellos, T.; A Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação* **2020**, *28*, 555. [CrossRef]
- QEDU QEDU. **2020**. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/>>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
- SEEDUC-RJ. “SEEDUC no AR”, 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PLDLL0Dvyxb8E-pMBYkhtzPIMqo5dlVTH>>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
- Araújo, D. L.; Araújo, P. S. R.; Pereira, R. F.; Os desafios do ensino remoto na educação básica. *Revista Leia Escola* **2020**, *20*, 231. [CrossRef]
- Papel, P. T.; Chechia, V. A.; Envolvimento da família com a escola : uma análise a partir da intervenção com grupos de pais. *Revista Fafibe On-Line* **2016**, *9*, 70. [CrossRef]
- Sales, P. F.; “Químiemcasa”: aspectos de um processo de ensino para a aprendizagem de Química em épocas de pandemia. *Research, Society and Development* **2020**, *9*, 1. [CrossRef]
- O’Callaghan-Gordo, C.; Antó, J. M.; COVID-19: The disease of the anthropocene. *Environmental Research* **2020**, *187*, 109683. [CrossRef]
- Silva, C. M.; Arbilla, G.; Machado, W.; Soares, R.; Radionuclídeos como marcadores de um novo tempo: o Antropoceno. *Química Nova* **2020**, *43*, 506. [CrossRef]
- Silva, C. M.; Arbilla, G.; Soares, R.; Machado, W.; A Nova Idade *Meghalayan*: O que isso Significa para a Época do Antropoceno? *Revista Virtual de Química* **2018**, *10*, 1648. [CrossRef]
- Santos, B. S.; *A cruel pedagogia do vírus*, 1a ed., Edições Almedina: Coimbra, 2020.
- Ribeiro, A.; Blower, A. P.; Costa, C.; Escolas privadas buscam novas formas de ensinar durante pandemia do Coronavírus, *O Globo*, 2020. Disponível em: <<https://oglobo.com>>

- [globo.com/sociedade/coronavirus-servico/escolas-privadas-buscam-novas-formas-de-ensinar-durante-pandemia-do-coronavirus-24353078](https://globo.com/sociedade/coronavirus-servico/escolas-privadas-buscam-novas-formas-de-ensinar-durante-pandemia-do-coronavirus-24353078)>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
25. Saraiva, K.; Traversini, C.; Lockmann, K.; A educação em tempos de COVID-19 : ensino remoto. *Práxis Educativa* **2020**, *15*, 1. [CrossRef]
  26. Mészáros, I.; *A educação para além do capital*, 2a ed., Boitempo: Rio de Janeiro, 2005.
  27. Pilla, Maria Cecília B.; Amorim Rudolf von Sinner, R.; *O ser humano em tempos de covid-19*, 1a ed. PUCPress: Curitiba, 2020.
  28. Ministério da Educação - Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, 2020. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
  29. Justiça autoriza retorno presencial no Colégio Militar do Rio, que deve seguir decreto estadual de volta às aulas. *EXTRA* 2020. Disponível em: < <https://extra.globo.com/noticias/rio/justica-autoriza-retorno-presencial-no-colegio-militar-do-rio-que-deve-seguir-decreto-estadual-de-volta-as-aulas-24656720.html>>. Acesso em: 23 dezembro 2020.
  30. Hobsbawm, E.; *Era dos extremos: O breve século XX*, 1a ed., Companhia das Letras: São Paulo, 1995.
  31. Schultz, M.; Schmid, S.; Editors, G. A. L.; *Research and Practice in Chemistry Education*, 1a ed., Springer US: Sidney, 2018.
  32. Freitas, J. L. A. F.; *A escola, o currículo e as práticas de ensino a partir da BNCC : A era digital e a Covid-19*, 1a ed., Faceli: Linhares, 2020.
  33. Bourdieu, P.; *Escritos de Educação*, 16a ed., Editora Vozes: Rio de Janeiro, 2015.
  34. Lichter, J.; Using YouTube as a platform for teaching and learning solubility rules. *Journal of Chemical Education* **2012**, *89*, 1133. [CrossRef]
  35. Smith, D. K.; iTube, YouTube, WeTube: Social Media Videos in Chemistry Education and Outreach. *Journal of Chemical Education* **2014**, *91*, 1594. [CrossRef]
  36. Freire, P.; Compromisso Ético e Compromisso Político das Autoridades e dos Educadores. *Acervo Paulo Freire* **1995**, 1. [Link]
  37. Harari, Y. N.; *Notas sobre a pandemia: e breves lições para o mundo pós-coronavírus*, 1a ed., Companhia das Letras: São Paulo, 2020.
  38. Holme, T. A.; Chemistry Education in Times of Disruption and the Times That Lie Beyond. *Journal of Chemical Education* **2020**, *97*, 1219. [CrossRef]
  39. Costin, C.; Educar para um futuro mais sustentável e inclusivo. *Estudos Avançados* **2020**, *34*, 43. [CrossRef]
  40. Hensen, C.; Barbera, J.; Assessing Affective Differences between a Virtual General Chemistry Experiment and a Similar Hands-On Experiment. *Journal of Chemical Education* **2019**, *96*, 2097. [CrossRef]
  41. Thomas, M. S. C.; Rogers, C.; Education, the science of learning, and the COVID-19 crisis. *Prospects* **2020**, *49*, 87. [CrossRef]