

A pandemia da COVID-19 como uma questão sociotécnica para a educação científica

RESUMO

O presente artigo tem como interesse analisar aspectos sociotécnicos da pandemia da COVID-19 por meio da descrição de associações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Considerando o cenário pandêmico causado pelo vírus SARS-CoV-2, este estudo se apoia no método de análise da teoria ator-rede, com interesse em questões relacionadas à educação sociocientífica. Para a construção desse estudo, foram elencadas, cronologicamente, as principais ações de combate à COVID-19 no Brasil, no período de janeiro a abril de 2020 e, a partir da análise sobre humanos e não humanos, foi traçada uma rede que evidencia as ações e relações do Ministério da Saúde. Como resultado, vimos as mobilizações que o vírus SARS-CoV-2 provocou em vários campos, como o político, o social, o científico e o tecnológico. A análise de todo esse contexto evidenciou como as conexões de entidades humanas e não humanas vêm gerando novas realidades e diversas incertezas para o futuro. Por meio desta análise pretende-se incentivar a produção de novas intervenções e práticas no ensino de ciências, direcionadas para as necessidades e interesses da sociedade diante do contexto de crises provocado pela pandemia da COVID-19.

PALAVRAS-CHAVE: Pandemia. Teoria Ator-Rede. Educação científica. CTSA.

Bárbara M. Martinez Viana

barbarazenitram6@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5897-8795>

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Sarah Eliane de Matos Silva

sarahmatosbio@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6744-4755>

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Patrícia Viotti Leite Praça

patriciav.leitepraca@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2084-7570>

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Juliana Carvalho Tavares

julianact2015@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5504-505X>

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Fábio Augusto Rodrigues e Silva

faboagusto@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1245-2648>

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

Francisco Ângelo Coutinho

couthoqambarra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4519-2870>

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

INTRODUÇÃO

Uma das justificativas para o desenvolvimento e ampliação da educação científica no Brasil se assenta na necessidade de se preparar alunos para o campo da pesquisa científica e tecnológica. Essa posição é defendida em nome de uma suposta demanda de cientistas ou técnicos que serão considerados essenciais para impulsionar o progresso da ciência e tecnologia nacionais, algo almejado para um país em processo de industrialização (KRASILCHIK, 2000; RIBEIRO; SANTOS; GENOVESE, 2017). Entretanto, a desigualdade histórica de nosso país e os nossos problemas socioambientais sensibilizaram parcelas significativas de pesquisadores brasileiros para a importância da incorporação de temas transdisciplinares abrangentes e que se não limitam apenas aos entendimentos de certos conceitos e fenômenos naturais e tecnológicos (SANTOS, MORTIMER, 2002; SANTOS, 2007).

Esse desenvolvimento de estudos em ensino de ciências, que se filiam aos movimentos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), nos aproximaram da percepção de uma educação científica que se preocupa em propiciar uma ação mais ativista dos humanos que vivem e reconhecem viver em uma sociedade de risco, com crises contínuas ou emergentes (BONIL; PUJOL, 2011). Dessa forma, não melindramos o papel da política e do necessário agrupamento de sujeitos que compartilham interesses comuns e que buscam participar da sociedade, influenciando, convivendo e agindo em prol da democracia. Defendemos um processo de politização da educação científica, como essencial para o fortalecimento da sociedade, e principalmente de minorias, para a participação consciente e competente em tomadas de decisão em questões sociopolíticas, que envolvem problemas tecnológicos, ambientais e científicos (SANTOS; MORTIMER, 2001; SILVA et al., 2015; AJAYI, 2018).

Nesse sentido, nos debruçamos acerca do tema “pandemia da COVID-19”, dispostos a assumi-lo como um modelo, ou um bom cenário para empreender uma leitura do mundo e, a partir desta posição de analistas, pensar em implicações para a educação científica. Entretanto, antes disso, é importante trazer algumas informações sobre um vírus, que era tão desconhecido, mas que a partir de 2020, passou a fazer parte de nossas vidas.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), COVID (*Corona virus disease*)-19 é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, sendo potencialmente grave em alguns indivíduos. Em 30 de janeiro de 2020, foram relatados pelas autoridades sanitárias da China milhares de casos confirmados e centenas de mortes atribuídas ao novo vírus. Após um aumento significativo do número de casos e de países afetados, no dia 11 de março de 2020, a OMS confirmou a ocorrência de uma pandemia (ZHU et al., 2020; PERLMAN, 2020; WHO, 2020).

As variantes do coronavírus são vírus encapsulados que contêm uma cadeia de RNA com ampla distribuição entre humanos, outros mamíferos e aves. A análise filogenética do genoma mostrou que o SARS-CoV-2 está intimamente associado com os *betacoronavirus* encontrado nos morcegos (SARSr-CoV), mas distinto do SARS-CoV, agente da Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda por coronavírus (GORBALENYA et al., 2020). Na microscopia eletrônica, esses vírus são vistos como círculos, com espículas que terminam em pequenas gotas que se exteriorizam de

sua superfície, parecendo uma coroa (a palavra “corona” em latim tem o significado de coroa) (ZHENG, 2020).

As principais recomendações para reduzir a transmissão do SARS-Cov-2 são: distanciamento social, higienização das mãos, etiqueta respiratória (utilizar lenço descartável para higiene nasal; cobrir nariz e boca quando espirrar ou tossir; evitar tocar mucosas de olhos, nariz e boca; higienizar as mãos após tossir ou espirrar), uso de máscara; além do mapeamento, isolamento e quarentena de casos diagnosticados e seus respectivos contatos (PRATHER; WANG; SCHOOLEY, 2020).

Para os ambientes de cuidados com a saúde, é recomendado o uso intensivo e criterioso de equipamentos de proteção individual (EPIs) (máscaras cirúrgicas, N95 ou equivalente; luvas; óculos ou protetor facial; gorro; avental; botas) para prevenir a transmissão de gotículas ($> 5-10 \mu\text{m}$) e aerossóis ($\leq 5 \mu\text{m}$) de curta distância (menor que 1,0 metro), além do controle ambiental apropriado, com quartos isolados para pacientes críticos (Ministério da Saúde, 2020; Sociedade Brasileira de Dermatologia- SBD, 2020). Apesar da transmissibilidade eficiente do vírus, vários países demonstraram que intervenções não farmacológicas (INF) e medidas de controle intensas podem retardar a disseminação, diminuindo o impacto nos sistemas de saúde e permitindo o tempo necessário para produzir e testar possíveis terapias farmacológicas e vacinas (DEMING; CHEN, 2020).

No Brasil, os esforços iniciais estavam voltados para o enfrentamento do vírus, especialmente no sentido de evitar sua propagação e, ao mesmo tempo, priorizar o atendimento dos casos graves. Nesse sentido, estados e municípios, de forma autônoma, tentaram mitigar os efeitos da doença (COVID-19) emitindo decretos complementares à esfera federal, considerando suas particularidades no que se refere a aspectos geográficos, econômicos, sociais, de saúde, dentre outros. Basicamente, as estratégias de dispersão de aglomerações e o incentivo ao isolamento social, tendo em vista a elevada transmissibilidade, capacidade de mutação e aparecimento de variantes do SARS-CoV-2, estruturaram as ações das Unidades Federativas (OLIVEIRA; ABRANCHES; LANA, 2020). Nesse contexto, cabe ressaltar que a propagação do vírus repercutiu não apenas em uma positiva curva exponencial de contágio; mas também em uma curva negativa de recessão econômica, requerendo uma diferenciada ação estatal para conter o avanço da pandemia no país, bem como os efeitos que a crise epidemiológica gerou à economia (MARANHÃO; SENHORAS, 2020).

A partir de um cenário catastrófico movimentado pelo SARS-CoV-2, vários agentes foram mobilizados para atuar contra a sua disseminação e para superar a desinformação proporcionada por movimentos negacionistas (REIS; SILVA, 2021). Comprometidos com esse esforço, realizamos um estudo teoria ator-rede acerca das principais ações do Ministério da Saúde (MS) de combate à COVID-19 no Brasil, no período de janeiro a abril de 2020. Elencamos cronologicamente, as principais iniciativas e, a partir desses dados, foram identificados os humanos e não humanos participantes das ações, e buscamos registrar os seus efeitos e/ou influências. Apresentamos, portanto, um pouco de como a nossa história com o SARS-CoV-2 nos ajuda a entender o nosso presente, uma controvérsia quente (VENTURINI, 2010), que permite identificar como os humanos e não humanos são arregimentados para desempenhar diferentes ações em nossa luta por interesses econômicos, políticos e sanitários.

TEORIA ATOR-REDE, SEUS ASPECTOS E CONTRIBUIÇÕES NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Temos utilizado a Teoria Ator-Rede (TAR) como o nosso principal aporte teórico-metodológico para estudar os processos de ensino e aprendizagem de ciências e também em pesquisa sobre formação de professores. Essa teoria tem nos oferecido contribuições para entender as controvérsias sociocientíficas ou socioambientais, como processos híbridos e heterogêneos e que podem nos ajudar a romper os limites de um ensino de ciências livresco e distante dos problemas atuais (COUTINHO; VIANA, 2019).

Tal teoria consiste em uma abordagem analítica desenvolvida, inicialmente, por Latour e Steve Woolgar (1986), “seu pressuposto básico é que o ‘social’ deve ser definido como associações e compreendido em termos de rede, ou ator-rede, que envolve entidades humanas e não humanas” (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 17). A partir dessa perspectiva, é necessário estar atento às associações humanas e não humanas e às conexões conduzidas por estas, assumindo que “o social não é a explicação dos fenômenos estudados, mas àquilo que exige a nossa explicação” (LATOURE, 2012, p. 33).

Ao empregar a TAR em nossas pesquisas, procuramos seguir os próprios atores a fim de descobrir o que a existência coletiva se torna quando acontecem associações estabelecidas entre entidades humanas e não humanas. Essas entidades são denominadas como actantes (LATOURE, 2000). O nosso modo de investigar prioriza as ações, as fontes das ações e as conexões feitas pelos actantes, sendo que “cada actante possui uma assinatura única no espaço desdobrado por sua trajetória” (LATOURE, 1994, p. 85). Nessa medida, as ações desses actantes são o que definem seus efeitos na rede e para reestreeá-los é necessário considerar onde a ação é abundante (VENANCIO, 2020).

O nosso método consiste em identificar os actantes e traçar redes que emergem das relações entre associações que a constituem (OLIVEIRA, 2016; COUTINHO; ANDRADE; SILVA, 2019). Essas entidades nunca podem ser compreendidas como isoladas, pois estão sempre imersas em suas relações (COUTINHO; GOULART; PEREIRA, 2017). As redes podem ser infinitas e dinâmicas, porém em nossas análises, o que fazemos é um recorte, olhando para as conexões feitas pelos actantes humanos e não humanos em estudo. Conexões que nos oferecem uma possibilidade de se pensar sobre o mundo e como os diferentes actantes possibilitam ou interditam ações ou processos.

Voltando à pandemia da COVID-19, e tomando o “social” como dependente de muitos actantes (LATOURE, 2020), em nosso estudo, o SARS-CoV-2 é considerado como um elo, um actante identificado como um dos elementos de uma dinâmica, complexa e heterogênea rede sociotécnica. Portanto, quando pensamos no vírus e na sua agência, ela está não isolada e sofre interferências dos mais diferentes actantes que constituem a rede, portanto a atuação do vírus deve variar de acordo com a sociedade estabelecida em seu entorno. E para tecer e compreender essa rede mobilizada pelo SARS-CoV-2, analisamos as principais ações do MS brasileiro de janeiro a abril de 2020.

RESULTADOS

Coleta de dados: do início do surto à pandemia, principais ações do Ministério da Saúde brasileiro no período de janeiro a abril de 2020

As principais medidas de combate à pandemia pelo governo brasileiro, definidas e deflagradas pelo Ministério da Saúde, no período de janeiro a abril de 2020 estão evidenciadas no Quadro 1. Após a detecção digital pela ferramenta EIOS (*Epidemic Intelligence from Open Sources*) - plataforma gerenciada pela OMS, e o monitoramento de rumores referentes à pneumonia atípica na China, realizada pelo Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde da Secretaria de Vigilância em Saúde (CIEVS/SVS), o Ministério da Saúde brasileiro publicou o primeiro Boletim Epidemiológico sobre o tema, no dia 16 de janeiro de 2020.

Quadro 1 - Quadro das principais ações de combate à COVID-19 no Brasil

Mês	Ações de combate à Covid-19
Janeiro/2020	Detecção digital e monitoramento de rumores referentes à pneumonia atípica na China.
	1º Boletim epidemiológico sobre o tema.
	Ativação do Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública (COE-COVID-19).
	Primeira coletiva de imprensa.
Fevereiro/2020	Ativação do Grupo Executivo Interministerial.
	COE-COVID-19: Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN).
	Lei nº 13.979 - medidas para enfrentamento da emergência decorrente do coronavírus.
	Primeira reunião da Comissão Intergestores Tripartite (CIT) sobre o coronavírus.
Março/2020	Capacitação de laboratórios de países sul-americanos em parceria com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).
	Oficialização do início do isolamento social no Brasil: suspensão de aulas e eventos.
	Implementação de medidas de restrição ao deslocamento, com o fechamento da fronteira com a Venezuela e vários outros países.
	MS declara o estado de transmissão comunitária – Portaria nº 454.
Abril/2020	Restrição da entrada dos estrangeiros de todas as nacionalidades no país.
	A tomada de decisão pelo gestor local pode ser alterada conforme a evolução da epidemia (Distanciamento Social Ampliado-DSA, Distanciamento Social Seletivo-DSS ou Bloqueio Total).

Fonte: Autoria própria (2021).

O primeiro Boletim do OMS, publicado em 16 de janeiro, classificou a epidemia como “Risco Moderado” para o mundo e, após uma semana, a organização admitiu erro e elevou o risco para “alto”, declarando Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) (OMS, 2020a). Paralelamente, o MS ativou o Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública (COE-COVID-19) para planejamento e gestão da resposta do SUS (ainda na ausência de caso suspeito no país), e realizou a primeira coletiva de imprensa para informar a

população sobre o Plano de Contingência e Ações. No dia 27 de janeiro, após a identificação do primeiro caso suspeito no país, em Minas Gerais; o Grupo Executivo Interministerial foi ativado para a ESPII (Decreto n. 10.2011, 2020). Cabe ressaltar que o primeiro registro de caso confirmado no Brasil ocorreu no estado de São Paulo, posteriormente, no dia 26 de fevereiro (MS, 2020a).

Segundo o Boletim Epidemiológico número 07, publicado em 06 de abril de 2020 pelo Ministério da Saúde, no dia 03 de fevereiro, a COE-COVID-19 declarou Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN). Em seguida, no dia 06 de fevereiro, foi sancionada uma lei sobre medidas para enfrentamento da emergência decorrente do Coronavírus responsável pelo surto de 2019 (Lei n. 13.979, 2020) e realizada a primeira reunião da Comissão Intergestores Tripartite (CIT). Adicionalmente, o Ministério da Saúde e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) realizaram a capacitação técnica de representantes de nove países das Américas do Sul e Central para o diagnóstico laboratorial do vírus SARS-CoV-2. O treinamento foi realizado a pedido da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS) como uma ação de cooperação entre os países latino-americanos (MS, 2020e).

Ainda conforme o documento supracitado, no dia 11 de março, ocorreu em Brasília o primeiro dia de distanciamento social do país; sendo essa medida adotada, posteriormente, por outros estados. O primeiro óbito registrado pela doença ocorreu em 17 de março, em São Paulo. Por conseguinte, o Brasil iniciou medidas de restrição ao deslocamento, como o fechamento da fronteira com a Venezuela (18/03/2020), e com vários outros países, a partir de 27 de março (CNM, 2020). No dia 20 de março, o MS declara o estado de transmissão comunitária – Portaria nº 454. Dessa forma, verifica-se que a partir do avanço da epidemia no país, novas decisões políticas são tomadas, a fim de minimizar o impacto do vírus na esfera pública.

No dia 24 de março, o Supremo Tribunal Federal (STF) decide que é prerrogativa dos gestores estaduais e municipais a declaração de quarentena, sendo o estado de São Paulo o primeiro a iniciá-la. Através dessa ação, o STF decide que os entes da União são co-participantes do combate à COVID-19. O Boletim Epidemiológico número 7 também menciona que a partir de 13 de abril, municípios, Distrito Federal e estados que implementaram medidas de Distanciamento Social Ampliado (DSA) – estratégia que não se limita a grupos específicos, que mantém os serviços essenciais, mas exige a adoção de maior rigor na higiene e que se evitem aglomerações –, devem iniciar a transição para o Distanciamento Social Seletivo (DSS), nos locais onde o número de casos confirmados não tenha impactado em mais de 50% da capacidade instalada existente antes da pandemia. O DSS é uma estratégia que recomenda que apenas alguns grupos fiquem isolados: pessoas sintomáticas e seus contatos domiciliares, idosos e pessoas com doenças crônicas (diabetes, cardiopatias, etc.), obesos e gestantes. Além disso, os locais que apresentarem coeficiente de incidência 50% superior à estimativa nacional devem manter essas medidas de isolamento até que o suprimento de equipamentos (leitos, EPIs, respiradores e testes laboratoriais) e equipes de saúde estejam disponíveis em quantitativo suficiente, de forma a promover, com segurança, a transição para a estratégia de distanciamento social seletivo (MS, 2020b).

Segundo o Boletim Epidemiológico número 08, publicado em 09 de abril de 2020 pelo Ministério da Saúde, foi anunciada a construção de um documento junto ao Conselho Nacional dos Secretários de Saúde (CONASS) e ao Conselho Nacional de Secretários Municipais de Saúde (CONASEMS), que explicita condicionantes para que o Sistema Único de Saúde (SUS) permita que os diferentes grupos sociais possam manter suas atividades produtivas, garantindo a esses mesmos grupos a retaguarda de atendimento, quando precisarem do SUS. Além disso, o documento ressalta que a tomada de decisão (DSA, DSS ou bloqueio total) pelo gestor local pode ser alterada conforme a evolução da pandemia (MS, 2020c).

De acordo com o Boletim Epidemiológico número 09 (11/04/2020), o MS afirma atuar com o conceito de Dados e Ciência Aberta, divulgando vários links de serviços realizados como, por exemplo: Portal do Coronavírus; painel de casos e óbitos do Brasil; painel de leitos e insumos; sistema para notificação de casos de COVID-19; contratos estabelecidos para resposta ao Coronavírus; portal de saúde sem *fake news* para combater a desinformação; cadastramento de estudantes - Apoiar SUS - O Brasil Conta Comigo – Acadêmico; cadastramento de colaboradores - Pessoa Física ou Jurídica; aplicativos Coronavírus-SUS para aparelhos da *Apple* e *Android*, entre outros (MS, 2020d). Nesse cenário é possível evidenciar o uso da tecnologia pelo poder executivo, como instrumento de divulgação do conhecimento científico para a sociedade; conquistando, assim, novos aliados no combate ao novo Coronavírus.

Identificando os principais actantes que constroem a rede

Analisando os dados coletados, podemos iniciar a construção da rede a partir do vírus **SARS-CoV-2¹**, originário na China. A **Organização Mundial de Saúde (OMS)**, agência internacional especializada em saúde e subordinada à Organização das Nações Unidas (ONU) (MS, 2020f), representa um papel primário e importante, pois após confirmar a ocorrência da pandemia, fornece recomendações de prevenção e tratamento para os demais países. No Brasil, o **Ministério da Saúde (MS)** assumiu o protagonismo na divulgação inicial dos cuidados junto à população, embasando-se especialmente nas diretrizes da OMS. Assim, a rede é expandida por meio das ações e performance desse relevante órgão do Poder Executivo Federal, responsável pela organização e elaboração de **planos e políticas públicas** voltadas para a promoção, prevenção e assistência à saúde dos brasileiros. Cabe ressaltar que a sua missão é: “Promover a saúde da população mediante a integração e a construção de parcerias com os órgãos federais, as unidades da Federação, os municípios, a iniciativa privada e a sociedade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e para o exercício da cidadania” (MS, 2020g). Assim, o mapeamento das ações do MS brasileiro auxilia na configuração da rede, ajudando a identificar os principais atores e suas inter-relações.

Nesse contexto, a **Ciência** é o actante responsável pela produção de conhecimentos associados ao reposicionamento de fármacos, a criação e produção de vacina, as formas de contágio e as medidas de prevenção, à economia, as políticas públicas até aos comportamentos e hábitos de higiene adotados pela população brasileira. O actante Ciência, representada por especialistas em diversas áreas (microbiologia, infectologia, epidemiologia, saúde pública, etc.), influenciou na tomada de decisões pelos governos, ministérios e organizações. As medidas são divulgadas para a **população** por meio de **veículos**

de comunicação como, por exemplo: internet, televisão, rádio, jornais e revistas. Nesse momento o vocabulário tecnocientífico chega à população, fazendo emergir um *hotspot* de letramento científico e tecnológico: um espaço que estimula o diálogo de cidadãos e especialistas, e o subsequente envolvimento com a política coletiva e com a tomada de decisão pública sobre questões sociocientíficas (EIJCK; ROTH, 2010).

Com relação à **Tecnologia**, cabe destacar a sua participação desde a detecção até o monitoramento diário da pandemia, com a divulgação dos números de indivíduos infectados, recuperados e óbitos; além da produção de diversos **equipamentos e insumos** como, por exemplo: EPIs, leitos, respiradores, testes laboratoriais e medicamentos, utilizados na prevenção e tratamento da doença. Diante do exposto, é possível perceber como a Ciência e Tecnologia assumem o papel de ferramentas políticas que mobilizam e integram diferentes atores, os quais passam a se associar à rede performada a partir do novo coronavírus. Ressalta-se, porém, que a forma como os actantes produzem conexões afeta a maneira como a rede é estabilizada. Por exemplo, em situações de adesão insuficiente da população no cumprimento das **medidas recomendadas** de prevenção e combate à COVID-19; de omissão de dados sobre a **situação epidemiológica** no país; da ausência de representantes que tenham compromisso com a saúde pública; as configurações da rede podem ir de encontro ao avanço da doença.

Nessa perspectiva, verifica-se a importância do **SUS**, por meio da disponibilização de infraestrutura (**insumos, leitos hospitalares, equipamentos**), e recursos humanos (**equipes de profissionais da saúde e da administração**), para atendimento das pessoas acometidas pela forma branda ou grave da COVID-19. Além disso, faz-se necessária a adoção de medidas de distanciamento social adequadas pelos **gestores estaduais e municipais**, embasadas na situação epidemiológica em cada momento, a fim de reduzir a velocidade de transmissão do vírus; além de permitir a estruturação e ampliação da capacidade de resposta da rede assistencial; contribuindo, assim, para evitar o colapso dos sistemas locais de saúde.

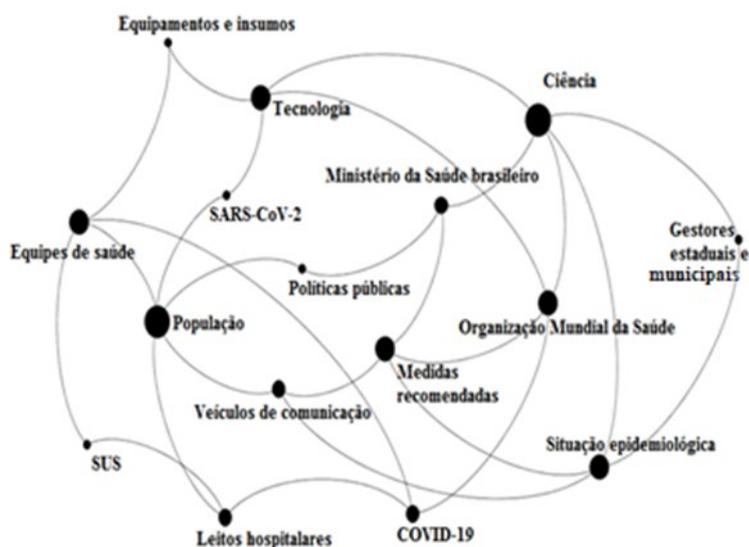
A rede

Com o intuito de se afastar da análise prescritiva do contexto, que se aproximaria dos objetos de estudo com uma postura de já os conhecer e anteceder suas ações, a metodologia Ator-Rede se dedica a rastrear as ações dos actantes. É a partir dessa figuração que se pode perceber a influência de um elemento sob a realidade que está sendo observada. A rede² produzida a partir da utilização do software GEPHI – ferramenta de visualização e exploração de redes (GEPHI, 2020); representa um recorte de relações a partir do acompanhamento e análise cronológica das ações do Ministério da Saúde Brasileiro no período de janeiro a abril de 2020 (figura 1).

Na rede representada, os nós representam os actantes, enquanto as arestas representam as relações entre esses elementos. O tamanho do nó é definido a partir do número de relações que estabelece, de modo que a influência - o tamanho - de um elemento é dada a partir do quanto ele interfere e faz ligações na rede; do quanto seus rastros podem ser observados. Esse é um ponto

importante a ser ressaltado por reforçar que o *status* de algum actante, possivelmente estabilizado pelo conjunto de valores e das crenças a que constantemente se recorre na vida cotidiana – a cultura (LATOIR, 1997, p. 50.) – não é o fator que determina seu tamanho na rede.

Figura 1 – Rede de actantes e suas relações



Fonte: Autoria própria (2021).

Acompanhando as movimentações dos actantes na rede que traçamos, é possível perceber que, apesar do levantamento de dados ter ocorrido a partir das ações do Ministério da Saúde brasileiro, este não é um integrante com um peso diferenciado. Sua influência na rede se equipara a de outros participantes, sendo, inclusive, menor que a interferência de elementos como Ciência, População e Equipes de Saúde que se destacaram com nós mais fortes, bem como, a Tecnologia, Organização Mundial da Saúde, medidas recomendadas e situação epidemiológica. Ainda assim, o MS pode ser percebido como uma interface que atribui/direciona força para que outros actantes possam agir. Vale ressaltar que essa leitura é possível pelos dados que foram levantados, sendo que essa percepção não exclui outras relações possíveis, a partir de outros dados. Logo, a rede configurada não pretende ser uma figuração fixa e única da realidade, mas representar um estudo sobre movimentações no contexto pandêmico, por meio da análise de um recorte.

Com o objetivo de facilitar a compreensão da construção dessa rede, foi feita a descrição da leitura das ações, a partir de alguns actantes analisados (quadro 2). A partir dos dados levantados, outro aspecto a ser destacado na rede é que o vírus SARS-CoV-2 atinge diretamente a população, que se relaciona com a pandemia da COVID-19 por meio de diferentes comportamentos como, por exemplo: a manutenção de hábitos higiênicos; o uso de máscaras; o respeito ao distanciamento social, entre outras medidas recomendadas. Logo, a associação da população com outros actantes evidenciados, influencia na ocorrência de casos graves da doença, além do número de óbitos³. Assim, é possível perceber que a forma como a pandemia atinge as pessoas depende também, por exemplo, da

disponibilidade dos leitos hospitalares, da atuação das equipes de saúde, dos direcionamentos e mobilizações das políticas públicas.

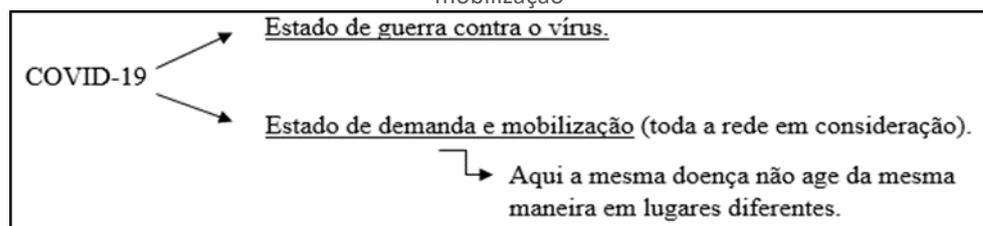
Quadro 2 - Leitura das ações, a partir de alguns actantes analisados

Actantes	Leitura das ações
OMS	Confirma a ocorrência da pandemia COVID-19 (MS - COVID-19). Fornece recomendações de prevenção e tratamento para os demais países (OMS - medidas recomendadas).
MS brasileiro	Organização e elaboração de planos e políticas públicas voltadas para a promoção, prevenção e assistência à saúde dos brasileiros (MS brasileiro – medidas recomendadas). (MS brasileiro – políticas públicas). Está se relacionando com a população a partir das medidas recomendadas, expressas por meio de veículos de comunicação (MS brasileiro – medidas recomendadas – veículos de comunicação - população). Além disso, os direcionamentos do Ministério da Saúde influem nas políticas públicas (MS brasileiro – políticas públicas – população).
Ciência	Influencia na tomada de decisões pelos governos, ministérios e organizações (Ciência – OMS) (Ciência – MS brasileiro) (Ciência – gestores estaduais e municipais).
Tecnologia	Participação na detecção (Tecnologia – SARS-CoV-2) (Tecnologia – OMS – COVID-19) até o monitoramento diário da pandemia, com a divulgação dos números de indivíduos infectados, recuperados e óbitos (Tecnologia – Ciência - Situação epidemiológica) (Tecnologia – Ciência – Situação Epidemiológica - Veículos de comunicação – População); além da produção de diversos equipamentos e insumos: EPIs, respiradores, testes laboratoriais e medicamentos. (Tecnologia – Equipamentos e Insumos).
SUS	Disponibilização de leitos hospitalares e equipes de saúde para atendimento das pessoas acometidas pela forma grave da COVID-19 (SUS – Leitos hospitalares – População) (SUS – Leitos hospitalares – COVID-19) (SUS – Equipes de saúde – População) (SUS – Equipes de saúde – COVID-19).
Medidas recomendadas	Adoção de medidas de distanciamento social adequadas pelos gestores estaduais e municipais, embasadas na situação epidemiológica em cada momento (Gestores estaduais e municipais – Situação epidemiológica-Medidas recomendadas), a fim de reduzir a velocidade de transmissão do vírus (Medidas recomendadas – Veículos de comunicação –População/SARS-CoV-2).
População	Destacamos as associações da população com os outros actantes da rede: O MS assumiu o protagonismo na divulgação inicial dos cuidados junto à população que se relaciona com o MS a partir de medidas recomendadas expressas por meio de veículos de comunicação (MS brasileiro – medidas recomendadas – veículos de comunicação – população). Direcionamentos do Ministério da Saúde influem nas políticas públicas (MS brasileiro – políticas públicas – população). Com a tecnologia a população se associa com a divulgação dos números de indivíduos infectados, recuperados e óbitos (Tecnologia – Ciência – Situação Epidemiológica - Veículos de comunicação – População). Com o SUS destaca-se a disponibilização de leitos hospitalares (SUS – Leitos hospitalares – COVID-19) (SUS – Equipes de saúde – População) e Medidas recomendadas: a fim de reduzir a velocidade de transmissão do vírus (Medidas recomendadas – Veículos de comunicação - População–SARS-CoV-2).

Fonte: Autoria própria (2021).

Diante do exposto, ao separar o vírus e a doença como elementos diferentes, ressaltamos que o vírus, sozinho, não é o que determina a dimensão pandêmica, mas influencia e se relaciona fortemente com inúmeros actantes. Assim, é o conjunto de ações, de actantes diferentes, que determina o grau de influência da COVID-19 sobre a população. Esta é uma ponderação que levanta crítica ao “estado de guerra contra o vírus” em contraposição a um “estado de demanda e mobilização de gestão, de regulamentação, de hábitos, de equipes e equipamentos na área da saúde” (LATOIR, 2020) (figura 2).

Figura 2 – Comparação entre estado de guerra contra o vírus e estado de demanda e mobilização

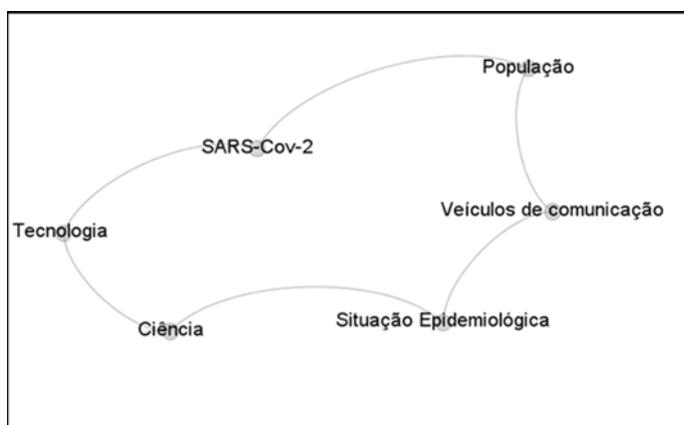


Fonte: A autoria própria (2021).

Segundo Latour (2020), há muito que a sociedade não se mantém dentro dos estreitos limites do social – termo usado para se referir ao que pertenceria ao âmbito de atuação da sociedade, mas que é desconstruída quando se fala em estado social, o qual depende integralmente das associações entre muitos elementos humanos e não humanos (LATOIR, 2012). Nesse enquadramento, quando toda a rede é levada em consideração, a mesma doença não age da mesma maneira em Minas Gerais, como age em outros estados. Assim, “a pandemia não é mais um fenômeno ‘natural’” e sim, um fenômeno resultante da maneira como os actantes se relacionam.

Ao longo da análise podemos também perceber que há uma constância de associações entre Tecnologia – Ciência – Situação epidemiológica – Veículos de comunicação – População. A figura 3 corresponde ao recorte da configuração dessas relações.

Figura 3 – Recorte da rede



Fonte: A autoria própria (2021).

Nessa perspectiva, a Ciência, responsável pela produção de conhecimentos e recomendações científicas, quando associada à Tecnologia por meio dos veículos de comunicação (internet, televisão, rádio), caminha no propósito de movimentar as ações da população. Entretanto, ao aprofundar a investigação das associações entre Ciência e Tecnologia, é possível perceber o envolvimento de outros actantes como, por exemplo, equipamentos de suporte e insumos (EPIs, respiradores, testes laboratoriais e medicamentos), que fortalecem as conexões de combate ao vírus.

Outro fato importante e que deve ser destacado é que os diferentes comportamentos populacionais podem fortalecer ou enfraquecer essas associações que, por conseguinte, interferem na situação pandêmica. Por isso, faz-se necessário compreender a força que cada actante assume, em diferentes contextos, dependendo da maneira como ele se relaciona com os demais. Assim, o que podemos afirmar a partir da presente análise é que Ciência e Tecnologia podem ser ferramentas políticas que mobilizam diferentes atores da sociedade. Nessa medida, a abordagem CTSA evidencia-se como um aporte de investigação para compreender e demonstrar como a força de múltiplos actantes pode conduzir a rede.

Discussão das relações que acompanham o novo Coronavírus

A partir da análise dos dados, pode-se notar a atuação de diversos actantes, que movimentam as negociações políticas, os conhecimentos tecnocientíficos, os comportamentos sociais, como por exemplo: o Ministério da Saúde brasileiro; os gestores estaduais e municipais; as políticas públicas; as medidas recomendadas, entre outros (SCHUCH; SARETTA, 2020). Percebemos que as práticas de produção da Ciência são utilizadas para sustentar as decisões políticas adotadas por diferentes instâncias governamentais, a fim de reduzir os impactos da pandemia para o mundo. Nesse sentido, é possível destacar a importância dos recursos tecnológicos, como os veículos de comunicação já mencionados, que contribuem para a divulgação científica; difusão de vocabulário (mitigação, quarentena, achatamento/pico da curva); crenças; opiniões; propagação de notícias, como a capacitação de laboratórios, a oferta de potenciais fármacos e produtos de proteção contra o vírus, as taxas de infecção e mortalidade; além de proporcionarem a realização de aulas remotas, telemedicina e *home office* (do inglês, escritório em casa); ou seja, representam um suporte para a condução de novas formas de se comunicar, comportar e atuar perante as medidas de distanciamento social. Nesse contexto, as práticas científicas e a vida em sociedade estão sendo constantemente renovadas. A ciência, aliada à tecnologia, vem sendo concebida como um dos empreendimentos coletivos com maior capacidade para formar outros modos de habitar a Terra (SÁ; ALMEIDA, 2020).

Diante disso, nos valemos do conceito de co-produção proposto por Jasanoff (2004) para evidenciar a questão norteadora da pesquisa, uma vez que a análise da rede construída contribui para a compreensão de que ciência, tecnologia, sociedade, política e cultura operam juntas no contexto sociohistórico da pandemia da COVID-19. Considerando que cada actante possibilita e legitima a existência do outro, verifica-se a importância da Teoria Ator-Rede para elucidar o lugar atribuído ao conhecimento científico no processo de formulação de políticas públicas, normas técnicas e medidas recomendadas pelo Ministério da Saúde

brasileiro. Para tal, foi necessário identificar os principais actantes, fazer a tessitura da rede, analisar e esclarecer as percepções de ciência que informam as práticas dos gestores no contexto pandêmico. Nesse sentido, o presente estudo proporciona reflexões sobre como a associação de diferentes entidades vem gerando um novo modo de vida social, cujo tecido que conecta Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente promove uma maior compreensão dos caminhos tomados pelo mundo transformado pelo vírus SARS-CoV-2.

A partir da análise e discussão das relações que acompanham o novo coronavírus, verificamos a forte associação entre Ciência, Tecnologia, Veículos de Comunicação, População e Situação Epidemiológica. Cabe ressaltar que por meio desses actantes, é possível elucidar os aspectos coletivos de construção da rede (LATOURE, 2000). Nesse sentido, ao atribuímos visibilidade à tais associações, almejamos configurar uma educação em Ciências que dê conta de estimular o envolvimento político dos estudantes, atribuindo visibilidade às controvérsias produzidas pelo conhecimento científico e tecnológico em meio à pandemia (SILVA et al., 2016). O intuito é fortalecer o vínculo entre conteúdos escolares e a vida cidadã. Adicionalmente, preparar os alunos para o exercício da cidadania e para a participação informada, crítica e responsável em situações vivenciadas, na qual os saberes da ciência estão envolvidos (COUTINHO; FIGUEIRÊDO; SILVA, 2016).

Diante do exposto, verifica-se que o contexto pandêmico oportuniza a necessidade de uma educação científica capaz de promover o engajamento sociopolítico dos estudantes, por meio de um amplo debate sobre os usos sociais da ciência. Como exemplo, é possível citar a utilização do conhecimento científico influenciando ações de elaboração e implementação de políticas e medidas públicas, como no caso do Ministério da Saúde, que apesar de não ter sido identificado como um integrante de peso na rede, pôde ser percebido como uma interface para que outros actantes, como Ciência, População e Equipes de Saúde pudessem agir. Considerando o cenário de crises provocado pela COVID-19, e para que de fato possamos conduzir uma proposta de configuração para o ensino de Ciências comprometida com ações políticas e democráticas, há desafios a serem enfrentados. Um deles é a mudança na concepção de aprendizagem em ciência, para além da prática de memorização de fatos e teorias e que direcione um olhar para a compreensão das práticas científicas no cotidiano da população; por conseguinte, foi o que a rede almejou evidenciar ao analisar associações que vêm gerando novas realidades. Dessa forma, tal conteúdo pretende contribuir para a formação de cidadãos críticos, reflexivos, capazes de tomar decisões responsáveis e efetivar ações em relação a tópicos sociais, econômicos, ambientais e éticos (COUTINHO; FIGUEIRÊDO; SILVA, 2016, p. 393).

Nessa perspectiva, apresentamos a ideia da construção de redes para provocar reflexões e o debate entre estudantes, quanto ao uso social da ciência e tecnologia no contexto pandêmico. O intuito é caminhar na configuração de uma educação científica que estimule o envolvimento político dos alunos sobre temas da atualidade. Tais proposições fazem parte de uma tendência contemporânea nos estudos sobre filosofia da educação que, recentemente, tem avançado em relação ao significado da educação democrática.

Da questão da promoção de valores e atitudes, o foco passa a ser a motivação e o ensino sobre a participação ativa dos alunos, de forma construtiva e competente, no processo democrático. Nesse sentido, um dos objetivos centrais

do ensino de ciências torna-se a sua contextualização na sociedade, a partir da compreensão da ciência como processo e produção humana. Trata-se, nas palavras de Law (1994), de olhar para as formas de ordenamento ao invés das ordens sociais estabelecidas, operando uma sociologia de verbos no lugar de uma sociologia de nomes. Assim, não é possível considerar ciência e política como campos (ou ordens sociais) autocontidas, mas como formas de ordenamento construídas por meio de um processo constante de mistura e separação, de conjunção e distinção. Obviamente, em que nível educacional e as estratégias a serem utilizadas depende de um debate com a comunidade de educadores em ciências. Inclusive coloca-se a questão sobre formação de professores, tanto inicial quanto continuada.

Nesse sentido, por meio da análise dos dados coletados nos boletins epidemiológicos, observamos a reiteração da objetividade da ciência, mediante a legitimação de ações e decisões, além da separação entre ciência e política por parte dos gestores públicos. Vale mencionar que essa ideia de separação se alinha com o “esforço de purificação”, quando os dois modos de ordenamento operam uma diferenciação entre si num processo de marcação e reforço de sua própria legitimidade (Law, 1994). Esse jogo de imbricação e separação pode ser observado não apenas na narrativa dos gestores, mas também na dos cientistas, sugerindo uma tentativa de distinção e de valorização de seus próprios modos de percepção e de compreensão do mundo, apesar da constante imbricação entre eles.

Diante disso, consideramos que a proposta de um ensino de ciências voltado para as necessidades e interesses da sociedade pode ser reforçada diante do contexto de crises provocado pela pandemia da COVID-19. Assim, na presença de uma série de problemas sobrepostos e interconectados, de natureza sanitária, econômica, social e ética, evidenciados por meio da Teoria Ator-Rede; torna-se possível perceber como considerações da dimensão ontológica do conhecimento – que entidades existem no mundo, que relações estas entidades podem manter, como as pessoas reagem a estas entidades e relações, como o mundo pode vir a se comportar no futuro – transformam totalmente o caráter de uma questão (CALLON, LASCOUMES; BARTHE, 2009). Assim, na perspectiva deste trabalho, a educação científica deve contribuir para a formação de cidadãos interessados e comprometidos com a gestão dos problemas tecnocientíficos emergentes, por meio da colaboração nos espaços democráticos de consulta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou produzir uma análise das conexões feitas no período de janeiro a abril de 2020 a partir do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e das ações do Ministério da Saúde brasileiro, juntamente à Ciência, à Tecnologia, à População, entre outros actantes. Para tanto, foi ressaltada a obra de Latour e seus desdobramentos na Teoria Ator-Rede (TAR) como uma possibilidade de ensino e pesquisa na área de Educação em Ciências, com vistas a tratar os temas dentro de uma abordagem CTSA. Nesse sentido, a mobilização da TAR como aporte teórico e metodológico, permitiu a discussão do enfoque CTSA articulado ao tema sociotécnico “pandemia da COVID-19”, elucidando como ciência, tecnologia, sociedade e ambiente se inter-relacionam, provocando diálogos, controvérsias, conexões e desconexões na vida cotidiana da população.

O desenvolvimento do trabalho denotou a associação de diversos actantes, que por meio da atuação no contexto pandêmico, provocaram efeitos e significaram a rede. Importantes reações dos actantes humanos (OMS), em combate ao actante não humano (coronavírus), levaram o Ministério da Saúde brasileiro a tomar uma série de decisões com impacto político, social, econômico, cultural; que nos remetem a refletir a ciência como uma diretriz pautada em fatos, que configura novas maneiras de comportamentos e vivências. Assim, o actante não humano se articula, induzindo os actantes humanos a se conectarem à rede, de forma a configurarem novos modos de perceber, ser e estar no mundo.

Considerando que essas modificações são pautadas em valores provenientes de produções científicas, e que estas originam novas relações da sociedade com a própria ciência, é possível perceber que as práticas científicas e a vida em sociedade se renovam constantemente. Dessa forma, as configurações de comportamentos que o vírus SARS-CoV-2 vem provocando em vários campos, como o político, o social, o científico e o tecnológico; bem como a análise de todo esse cenário à voz dos actantes, evidencia como as conexões dessas entidades vêm gerando um novo modo de vida social. Nesse contexto, a partir da construção e análise da rede, foi possível observar que apesar do levantamento de dados ter sido realizado a partir das ações do Ministério da Saúde brasileiro, este não é um integrante de peso diferenciado. Assim, sugerimos a expansão dessa pesquisa, a partir do levantamento sistemático das ações de outros actantes mais influentes como, por exemplo, a população; uma vez que ficou evidenciado que os comportamentos populacionais representam maneiras de fortalecer ou enfraquecer as associações que, por conseguinte, podem alterar a situação pandêmica.

Paralelamente, por meio da análise dos resultados obtidos, é possível verificar a importância de uma educação problematizadora e crítica, que questione o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, resgatando o papel da formação cidadã. Para isso, sugere-se aos professores, a vinculação dos conteúdos científicos com enfoque CTSA de relevância social e a realização de debates sobre questões sociotécnicas em sala de aula. Contudo, defendemos a resignificação de conteúdos por meio da contextualização, utilizando a abordagem de temas sociais e situações reais, de forma dinamicamente articulada e que possibilite a discussão democrática na esfera pública, transversalmente aos conceitos científicos, de aspectos sociocientíficos e sociotécnicos concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais. Nessa perspectiva, espera-se promover o letramento científico e tecnológico, a fim de que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à ciência e à tecnologia.

Logo, a partir da análise de associações entre actantes humanos e não humanos no contexto pandêmico, embasada na visão latouriana, pretende-se incentivar a produção de novas intervenções e práticas no ensino de ciências, que produzam sentido e estimulem os posicionamentos de sujeitos pelo discurso. Afinal, ao problematizar a própria linguagem do ensino de ciências, temos a pretensão de contribuir para a promoção de um ensino comprometido com o questionamento das ciências e seus papéis sociais. Por fim, apontar todo esse cenário a partir da rede construída, foi uma forma de evidenciar a associação entre ciência, sociedade, tecnologia e ambiente. Assim, reconhecemos esses polos em

ações políticas, a partir das reações de diferentes entidades. Com isso, foram elucidados os caminhos de adaptação às conexões influenciadas pelo novo coronavírus. Essas, não obstante, representam formas de mapear outros actantes, revelando diversos modos de pensar e agir no contexto pandêmico.

The COVID-19 pandemic as a sociotechnical matter for the scientific education

ABSTRACT

This article's aim is to analyze the sociotechnical aspects of COVID-19 pandemic by the description of associations involving science, technology, society and environment. Considering the pandemic scenario caused by SARS-CoV-2, this paper is based on the method of analysis of the actor-network theory, interested in issues related to social-scientific education. In order to put together this study, it has been listed, chronologically, the main actions to fight against COVID-19 in Brazil, between January and April of 2020 and, based on analysis of humans and not humans, it has been highlighted a network that points out the actions and relations of Ministry of Health. As a result, it is possible to observe the mobilization that the virus SARS-CoV-2 induced in several fields, such as political, social, scientific and technological. The analysis of the wholeness of this context has made clear how connections of human and not human entities have been generating new realities and several uncertainties about the future. Through this analysis it's intended to promote the production of new interventions and teaching practices in the study of sciences, directed to the needs and interests of society given the crisis caused by COVID-19 pandemic.

KEYWORDS: Pandemic. Actor-Network Theory. Science education. STSE.

AGRADECIMENTOS

Viana é grata ao CNPq pelo apoio financeiro no doutorado.

Silva agradece ao CNPq pela bolsa de apoio técnico.

Carvalho –Tavares é grata ao CNPq pelo suporte financeiro (440388/2019-8).

Coutinho é grato ao CNPQ pelo apoio financeiro e a bolsa de produtividade em pesquisa.

NOTAS

1. Os actantes serão evidenciados em negrito para melhor visualização da formação da rede.
2. É devido ressaltar que o objetivo da rede é fazer um recorte sobre as relações que se estabelecem. No entanto, não há um esgotamento sobre as múltiplas possibilidades de interação. Devido a isto, julgamos importante mapear apenas as relações sobre as quais podemos falar (como consta no quadro 1), que denotamos seus rastros e temos dados, neste artigo, para falar a respeito.
3. O número de óbitos não consta como actante na rede, pois não estava diretamente referenciado nas informações coletadas para análise, porém compreendem-se como um dado relevante a ser reportado. Segundo o jornal online G1, no dia 30/04/2020 foram registradas 6.006 mortes provocadas pela Covid-19 e 87.187 casos confirmados da doença em todo o país.

REFERÊNCIAS

AJAYI, V. O. Scientific Literacy. **ResearchGate**, 11 p., 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13345.92009>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BONIL, J.; PUJOL, R. M. Educación científica a propósito de la palabra crisis. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 2, p. 251-262, 2011.

CALLON, M.; PIERRE, L.; YANNICK, B. **Acting in an Uncertain World: An Essay on Technical Democracy**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2009.

CNM. **Boletim epidemiológico: CNM destaca cenário nacional e principais apontamentos sobre o Covid-19**. 2020. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/boletim-epidemiologico-cnm-destaca-cenario-nacional-e-principais-apontamentos-sobre-o-covid-19>. Acesso em: 06 jun. 2020.

COUTINHO, F. Â.; MATOS, S. Á.; SILVA, F. A. R. Aporias dentro do movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Apontamentos para uma solução. **Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 07, p. 2176-2185, 2014.

COUTINHO, F. Â.; GOULART, M. I. M.; PEREIRA, A. F. Aprendendo a ser afetado: contribuições para a educação em ciências na educação infantil. **Educação em Revista**, v. 33, p. 1-31, 2017.

COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. **Teoria Ator-Rede e Educação**. 1 ed.- Curitiba: Appris, 190 p., 2019.

COUTINHO, F. Â.; ANDRADE, R. C.; SILVA, F. A. R. A referência circulante das inscrições. Contribuições para uma aproximação de Bruno Latour à educação em ciências. In: COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. **Teoria Ator-Rede e Educação**. 1 ed.- Curitiba: Appris, 2019.

COUTINHO, F. Â.; FIGUEIRÊDO, K. L.; SILVA, F. A. R. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 380-406, 2016.

DEMING, M. E.; CHEN, W. H. (2020). COVID-19 and Lessons to be learned from Prior Coronavirus Outbreaks. **Annalsats**. Disponível em: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1513/AnnalsATS.202002-149PS>. Acesso em: 01 abr. 2021.

EIJCK, M. V.; ROTH, W. M. (2010). Theorizing scientific literacy in the wild. **Educational Research Review**, v. 5, n. 2, 184-194, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.03.002>.

G1. **Casos de coronavírus e número de mortes no Brasil em 30 de abril**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/04/30/casos-de-coronavirus-e-numero-de-mortes-no-brasil-em-30-de-abril.ghtml>. Acesso em: 29 mar. 2021.

GORBALENYA, A. E. et al. The species Severe acute respiratory syndromerelated coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. **Nature Microbiology**, v. 5, p. 536-544, 2020.

GEPHI. Disponível em: <https://pt.freedownloadmanager.org/Windows-PC/Gephi-GRATUITO.html>. Acesso em: 24 jun. 2020.

JASANOFF, S. **States of Knowledge: the co-production of Science and social order**. London: Routledge, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. Unesp, 2000.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOURE, B. **A vida de laboratorista: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 1997.

LATOURE, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**. Salvador-Bauru: EDUFBAEDUSC, 2012.

LATOURE, B. **A crise sanitária incita a nos preparar para as mudanças climáticas**. 2020. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/597499-a-crise-sanitaria-incita-a-nos-preparar-para-as-mudancas-climaticas-artigo-de-bruno-latour>. Acesso em: 15 jul. 2020.

LAW, J. **Organizing Modernity**. Oxford, Blackwell, 1994.

MARANHÃO, R. A.; SENHORAS, E. M. Pacote econômico governamental e o papel do BNDES na guerra contra o novo coronavírus. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, ano II, v. 2, n. 4, p. 27-39, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Uso de máscaras - SARS-CoV-2**. 2020a. Disponível em: <https://www.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/USO-DE-MASCARAS-.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico (07)**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2020b.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico (08)**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2020c.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico (09)**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2020d.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil capacita nove países para diagnóstico do novo coronavírus**. 2020e. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46317-brasil-capacita-nove-paises-para-diagnostico-do-novo-coronavirus-2>. Acesso em: 06 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Organizações internacionais**. 2020f. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/assessoria-internacional/organizacoes-internacionais>. Acesso em: 18 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Institucional**. 2020g. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/acesso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 18 jun. 2020.

OLIVEIRA, G. B. Diálogos, marcas e conexões: o método em Teoria Ator-Rede. **Revista IGT na Rede**, v. 13, n. 25, p. 186-202, 2016.

OLIVEIRA, T. C.; ABRANCHES, M. V.; LANA, R. M. (In) Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 4, p. 1-6, 2020.

PERLMAN, S. Another decade, another coronavirus. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 8, p. 760-762, 2020.

PRATHER, Y. K.; WANG, C. C.; SCHOOLEY, R. T. Reducing transmission of SARS-CoV-2. **Science**, v. 368, n. 6498, 2021.

REIS, A. L.; SILVA, F. A. R. (2021). Seguindo um chargista em tempos de pandemia e recrutando aliados para a educação científica. **Olhar de professor**, v. 24, p. 1-12, 2021.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS A. T.; GENOVESE, L. G. R. (2017). A história dominante do movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em Ensino de Ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, 13-43, 2017.

SÁ, G. J. S.; ALMEIDA, R. A. O que esperar da ciência enquanto esperamos o amanhã. Portal das Ciências Sociais Brasileiras. **Boletim Cientistas Sociais e o Coronavírus**, n. 38, 2020. Disponível em: <http://anpocs.org/index.php/publicacoes-sp-2056165036/boletim-cientistas-sociais/2352-boletim-n-38-cientistas-sociais-e-o-coronavirus>. Acesso em: 01 jun. 2020.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, 1 (especial), p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SBD. **Equipamentos de proteção individual (EPIs)**. 2020. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/mm/cms/2020/05/17/cartilhaepiaprovaov6.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2020.

SCHUCH, P.; SARETTA, M. Deficiência, Coronavírus e Políticas de Vida e Morte. Portal das Ciências Sociais Brasileiras. **Boletim Cientistas Sociais e o Coronavírus**, n. 35, 2020. Disponível em: <http://anpocs.org/index.php/publicacoes-sp-2056165036/boletim-cientistas-sociais/2349-boletim-n-35-cientistas-sociais-e-o-coronavirus>. Acesso em: 30 mai. 2020.

SILVA, Y. L. O. et al. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: um exemplo baseado na análise da abordagem do tema “sociedade de consumo” no livro didático de química. In: **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – X ENPEC**, 2015. Águas de Lindóia, SP.

SILVA, F. A. R.; LISBOA, D. D. P.; OLIVEIRA, D. D. P. L.; COUTINHO, F. Â. Teoria ator-rede, literatura e educação em ciências: uma proposta de materialização da rede sociotécnica em sala de aula. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 47-64, 2016.

VENANCIO, B.; VIANA, G. M.; SILVA, F. A. R. e. Following the trail of time: an actor-network study of teaching practices of undergraduate students in Biological Sciences. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 1-19, sep./dec. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/11915>. Acesso em: 24 ago. 2021.

VENTURINI, T. Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public Understanding of Science**, Londres, v. 19, n. 3, p 258-273, 2010.

WHO. **Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it.** 2020. Disponível em: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it). Acesso em: 13 abr. 2020.

WHO. **WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020.** Disponível em: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. Acesso em: 13 abr. 2020.

ZHENG, J. SARS-CoV-2: an Emerging Coronavirus that Causes a Global Threat. **International Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 10, p. 1678-1685, 2020. <https://doi.org/10.7150/ijbs.45053>.

ZHU, N. et al.. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **The New England Journal of Medicine**, v. 8, p. 727-33, 2020. doi: 10.1056/NEJMoa2001017. Epub 2020 Jan 24. PMID: 31978945; PMCID: PMC7092803.

Recebido: 26 abr. 2021

Aprovado: 13 ago. 2021

DOI: 10.3895/actio.v6n2.14130

Como citar:

VIANA, B. M. M. et al. A pandemia da COVID-19 como uma questão sociotécnica para a educação científica. **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 1-22, mai./ago. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Bárbara Mariane Martinez Viana

Rua Acaiaca, n. 259, Dom Bosco, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

