

A evolução na produção do conhecimento científico e os desafios da modernidade

RESUMO

Sueli Aparecida Zambon
<http://orcid.org/0000-0001-6687-5078>
Doutora em Ciência, Tecnologia e Sociedade. UFSCar

Luzia Sigoli Fernandes Costa
<http://orcid.org/0000-0001-8530-4000>
Professora Doutora Adjunta na Universidade Federal de São Carlos. UFSCar.

Este trabalho objetiva compreender a evolução do conhecimento científico a partir da segunda metade do século XX até a atualidade, além de promover uma reflexão sobre os caminhos de sua produção, tendo em vista o confronto com as novas tecnologias. Assim, propõem-se questionamentos sobre os novos modos da produção desse conhecimento, sua aproximação com o campo CTS e as tecnologias que possibilitam avançar o entendimento, estudar fenômenos e antecipar impactos no sentido de prever o inesperado. Para tanto, utilizou-se um levantamento bibliográfico com revisão de literaturas nacional e internacional (capítulos de *Handbooks*) do campo CTS que referem estudos na área. A pesquisa indica que as novas tecnologias podem amenizar riscos através da análise conjunta das dimensões regionais, políticas e estruturais da vulnerabilidade do sistema e antever a ação e reação dos fatos e que os impactos futuros devem trazer a ciência e a tecnologia para ampla discussão junto à sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: CTS. Produção do Conhecimento. Novas Tecnologias.

INTRODUÇÃO

O novo modo de produção do conhecimento e suas implicações sociais encontram terreno fértil de desenvolvimento. A democratização da sociedade demanda maior responsabilidade social do conhecimento, que tem crescido e se diversificado para além dos laboratórios das universidades. A diversificação dos lugares com competência em pesquisa permite a interação entre as tecnologias de informação e comunicação com universidades, governo, empresas, ONG's e diferentes países, possibilitando a realização de pesquisas em rede, em tempo real.

Sobre essa questão, Bunge (2008) afirma que os fluxos de informação formam parte de todas as relações sociais que mantém e transformam as sociedades e essas relações não são somente culturais, mas também biológicas, econômicas e políticas. Para ser transformada em conhecimento, a informação deve ser entendida e avaliada através da busca de dados fidedignos que confirmem ou desmintam, é a avaliação à luz do maior conhecimento possível.

É inegável que as novas tecnologias eletrônicas têm causado um impacto profundo no campo científico. Por ser possível uma dinâmica quase instantânea de acesso a dados e de circulação da informação, as novas lógicas de produção de conhecimento em novos espaços acadêmicos não se definem por coordenadas geográficas, mas pela transnacionalidade virtual que aponta para uma forma de comunicação global que se estende para além das fronteiras étnicas ou nacionais.

Embora a comunidade científica e intelectual seja, por vezes, tocada pelo medo de que a web possa contribuir para que seus trabalhos ou descobertas possam ser colocados em segundo plano ou até mesmo plagiados, uma vez que se torna impossível controlar a rapidez das trocas de informação, é certo que os recursos das novas tecnologias abriram possibilidades sem precedentes para a pesquisa, a começar pela interatividade em tempo real. É um ambiente repleto de possibilidades e, ao mesmo tempo, frágil pelo desconforto diante do fato de que a web não é território exclusivo da produção do saber e tem o poder de apagar autorias, alterar referências histórico-culturais e, dessa forma, produzir um espaço descontextualizado.

Partindo destas constatações, a proposta desse artigo é analisar e compreender a evolução do conhecimento científico a partir da segunda metade do século XX até a atualidade, além de promover uma reflexão sobre os caminhos da sua produção, sua aproximação com o campo CTS e as novas tecnologias com suas novas interpretações.

METODOLOGIA

O objeto de estudo surgiu a partir de provocações apresentadas na disciplina **Produção do conhecimento no campo CTS** do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS) da UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). Trata-se de uma revisão de literatura do campo CTS, apoiada em capítulos de *handbooks* que referem estudos na área: Gibbons *et al* (1994); Callon (1995); Wouters *et al* (2008); Collins (2012); Konrad *et al* (2017); contando também com aporte teórico de outros autores nacionais e internacionais.

Nessa perspectiva, foram analisados artigos, dissertações, teses e outros documentos a fim de auxiliar no entendimento sobre os caminhos da ciência e sua aproximação com o campo CTS, até os tempos atuais, e as novas tecnologias que respaldam os novos modos de produção do conhecimento em tempos de epidemias e pandemias.

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO E SUA APROXIMAÇÃO COM O CAMPO CTS

Gibbons *et al* (1994) apontam que, a partir da segunda metade do século XX, a ciência até então existente no contexto da pesquisa acadêmica não necessariamente aplicada a resultados, começou a incorporar novos paradigmas. Para os autores, há tempos vinha se desenvolvendo um processo de mudança na produção de conhecimento em sociedades contemporâneas, e explicam esta mudança em dois modos. No Modo 1, as operações são processadas no interior de limites disciplinares, com fronteiras claramente definidas, operando dentro dos contornos acadêmicos e das descobertas científicas. O Modo 1 é caracterizado pela hegemonia da ciência teórica, experimental e pela autonomia de cientistas e suas instituições de acolhimento: as universidades. Nele, a solução de problemas se limita ao contexto da pesquisa básica e acadêmica e não necessariamente se aplica a resultados.

A ciência no Modo 2 é definida por Gibbons *et al* (1994) como uma dinâmica mais complexa, que reflete uma estrutura transdisciplinar, o que leva à constatação de ser a natureza deste conhecimento mais socialmente distribuído, ou seja, em grupos constituídos não só através de relações de especialistas, mas também de leigos. O Modo 2 não é apenas um conceito, é a distribuição social de conhecimento, o debate contínuo sobre o futuro da produção do conhecimento e sua aplicação.

No Modo 2 o conhecimento se reveste de uma gama mais ampla de considerações. Esse conhecimento, necessariamente, deverá ser útil para alguém, seja na indústria, seja no plano governamental ou para a sociedade em geral. O conhecimento sempre é produzido sob um aspecto de negociação contínua e não será produzido, a menos e até que os interesses dos vários atores sejam incluídos. (GIBBONS *et al*, 1994, p. 4, trad. nossa).

Esta nova produção do conhecimento presta contas não mais a restritas comunidades de pesquisadores, envolvendo, porém, um amplo espectro de interesses, de firmas a laboratórios, de associação de consumidores a governos, de empresas a agências reguladoras. O controle de qualidade não é avaliado através do modelo tradicional de “revisão por pares”, mas apresenta-se a uma perspectiva dentro de maior espectro de atores envolvidos na avaliação, cada qual com seus critérios de julgamento. Os novos cenários do Modo 2 obedecem a várias ordens: de espaços potenciais onde se produz conhecimento (universidades, institutos, centros de pesquisa, agências governamentais, incubadoras, força-tarefa, consultorias, entre outros), à articulação e diferenciação simultânea desses lugares através de várias formas de redes de comunicação, reconfigurando subcampos de pesquisa. (GIBBONS *et al*, 1994).

Nessa ordem, Callon (1995) estabelece quatro modelos que tentam explicar como se dá o progresso da ciência e do conhecimento. Os quatro modelos de

desenvolvimento científico estabelecidos, de acordo com o autor, caracterizam-se por respostas a questões que estabelecem as dimensões sociais e cognitivas do desenvolvimento científico, por exemplo, de que consiste a produção científica? Quem são os atores principais? Quais são as formas sociais assumidas na caracterização de cada modelo?

Modelo 1: proposta da ciência como conhecimento racional

Callon (1995) assinala que o Modelo 1 é o entendimento da ciência como conhecimento lógico. Ele se concentra no discurso científico, os atores relevantes são essencialmente os pesquisadores, reduzidos ao papel de enunciadores.

Técnicos com suas habilidades, fabricantes de instrumentos e professores estão totalmente ausentes; a sociedade não existe ou é reduzida à sua expressão mais simples.

Modelo 2: a visão da ciência como empreendimento competitivo

Callon (1995) vê no Modelo 2, a ciência como empreendimento competitivo onde a principal preocupação é a forma organizacional. É o resultado de um processo de competição onde nada é dito sobre o conteúdo do trabalho científico, simplesmente assume-se que o cientista da pesquisa desenvolve conhecimento que é submetido ao julgamento de colegas. O conhecimento é transmitido na forma de publicações que são divulgadas sem qualquer restrição particular. É feita uma distinção entre o mundo dos cientistas (os especialistas) e o mundo dos leigos. Técnicos são reduzidos a um papel instrumental ao mesmo nível que o aparelho experimental.

O sistema de incentivo desempenha um papel vital, levando cientistas a produzir conhecimento. Baseia-se em um mecanismo de gatilho duplo. As "descobertas" (ou, mais amplamente, "contribuições") são identificadas e atribuídas a certos cientistas que são recompensados de acordo com a qualidade dessas contribuições. (CALLON, 1995, p. 39 – trad. nossa).

Modelo 3: A compreensão da ciência como prática sociocultural

Para Callon, (1995), o Modelo 3 é modelo sociocultural que apresenta particularidades práticas e habilidades tácitas trazidas para o jogo. Os atores envolvidos na dinâmica do desenvolvimento do conhecimento científico não se limitam a experimentalistas e teóricos, pois grupos fora da comunidade científica podem ser mobilizados na produção de conhecimento.

Este modelo diz que a ciência não é realmente diferente de outras atividades e as certezas que ela leva é não desfrutar de privilégios particulares - um argumento baseado no fato de que a ciência é muito mais do que a simples tradução de declarações. (CALLON, 1995, p. 42 – trad. nossa).

Modelo 4: A ciência como tradução estendida a outros universos e atores

O Modelo 4, para Callon (1995), apresenta uma tradução mais ampla que se refere a todas as operações que vinculam dispositivos técnicos, declarações e pessoas. O autor argumenta que, para entender a dinâmica da ciência e seu

crescimento, é necessário explorar seus conteúdos e sua organização, pois cada modelo é forte em certas áreas e fraco em outras.

Como no Modelo 1, o Modelo 4 assume que o objetivo principal da atividade científica é produzir declarações. Mas, como o Modelo 3, o Modelo 4 enfatiza o processo de produção e o papel de elementos não proposicionais nesse processo. (CALLON, 1995, p. 50, trad. nossa)

No que diz respeito à ciência, as cadeias de tradução combinam elementos heterogêneos dos quais os mais importantes são declarações, dispositivos técnicos e habilidades tácitas que podem ser chamados de habilidades incorporadas.

[...] as redes de tradução tecem uma base, uma interposição que é habitada por atores cuja competência e identidades variam, juntamente com as traduções, transformando-as. Tanto os seres passivos quanto os atores genuínos são encontrados lá, mas a linha divisória não é estabelecida. A história da ciência se confunde com a história dessas sociedades tão variadas e de tantas formas quanto as redes que as abrigam. (CALLON, 1995, p. 58 – trad. nossa).

Conforme Callon (1995) diversos atores são colocados em jogo e mobilizados em declarações, instrumentos ou habilidades incorporadas: uma empresa farmacêutica que desenvolve drogas anticâncer, um partido político que apoia mísseis de cruzeiro, um técnico que trabalha em um espectrômetro de massa, um pesquisador que interpreta gráficos de dados ou um elétron que não interage com um fluxo de prótons. Cada nova tradução pode modificar, transformar, contradizer ou fortalecer traduções anteriores, ou seja, cada ator pode modificar ou estabilizar o universo dos atores. Qual é, então, a explicação da mudança científica?

Traduzir um dispositivo em uma inscrição, uma inscrição em uma declaração ou uma declaração em habilidades incorporadas é criar uma discrepância onde equivalência é exceção. Toda nova tradução produz uma divergência em relação às traduções anteriores, essa é a mudança. O agente mais modesto, o microscópio eletrônico mais humilde, o técnico mais submisso e o pesquisador menos imaginativo, todos produzem traduções ligeiramente diferentes. A produção científica é a história das incertezas.

Na linha do tempo da construção dos novos modos de conhecimento, Wouters *et al* (2008), associam essa evolução à modernidade da Internet e à certeza de que ela está firmemente arraigada na vida diária de milhões de pessoas, fielmente, reproduzindo padrões existentes de desigualdades e de poder. O acesso às informações acadêmicas e à inovação força a indústria a se reinventar, de forma a obter resposta aos compartilhamentos de arquivos em larga escala, fato que era impossível antes do advento da internet. A discussão do impacto da Internet é também primordial na academia em relação ao futuro da própria criação do conhecimento.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) têm grande impacto no sistema de comunicação acadêmica moldando o afastamento da ciência e da pesquisa dos seus feitos tradicionais. Para Wouters *et al* (2008), as mudanças induzidas pelas TICs levaram as "ciberiências" como qualitativamente distintas

da "ciência tradicional", influenciando a academia, mudando atores, estruturas, processos e produtos, bem como a consequências indiretas na pesquisa: metodologia, modos de trabalho e representação.

A *e-ciência*, termo não muito popular no Brasil, enfatiza a prática de pesquisa, como referência a uma visão compartilhada da pesquisa computacional intensiva. Segundo Ferreira (2018), o termo teve origem no Reino Unido em 1999 e significa: a potência da ciência melhorada pelo uso das TICs.

Analisar a ciência como um processo de produção e circulação de valor é especialmente produtivo, pois permite a análise da criação e manutenção de mercados para obter resultados científicos, conhecimentos especializados e, principalmente, o próprio trabalho científico. (WOUTERS *et al*, 2008, p. 339, trad. nossa).

Wouters *et al* (2008) afirmam que a interação entre mídia e metodologia é complexa. As novas tecnologias de mediação influenciam métodos e formas de trabalhar e a análise remete para a noção de cultura epistêmica. “[...] um novo corpo de trabalho, às vezes rotulado como ciência e-social e e-humanidades está sendo criado”. (WOUTERS *et al*, 2008, p. 338).

Convergindo para essa evolução, Collins (2012) faz referência à IA (Inteligência Artificial) afirmando que talvez seja a base de uma das tecnologias-chave pós século XX. Na concepção do autor, os métodos de pesquisa tais como questionários e outras técnicas para reunir informações sobre sociedades, justificam-se sob o pressuposto de que um conhecimento interessante e útil possa ser transmitido aos membros da sociedade e ao pesquisador em bits capazes de ser escritos, classificados e contados na relação entre humanos e máquinas. A ideia de compreensão implica que os meios de transferência sejam transmitidos entre membros da sociedade e de membros da sociedade para o cientista social, numa interação face a face.

Um dos resultados da pesquisa sobre IA é a descoberta de que algumas habilidades como falar, escrever e interagir socialmente são difíceis de explicar, mas que atitudes consideradas atributo de pessoas inteligentes como cálculos rápidos ou jogo de xadrez são relativamente fáceis de encapsular em fórmulas. (COLLINS, 2012).

A ideia de que existe um componente oculto nas habilidades científicas, intelectuais e teóricas é difícil de entender; portanto, uso o termo “habilidade cultural” para enfatizar o relacionamento com a habilidade manual e perceptiva, com relação à qual aceitamos prontamente que existe um componente inexplicável. (COLLINS, 2012, p. 329).

Collins (2012) ressalta que os principais problemas da sistematização do conhecimento cultural e sua transmissão ao profissional não especializado já estão dentro do alcance do sociólogo e do antropólogo. O ponto de observação participante (compreensão) é transferir habilidades culturais para um investigador que é inicialmente um estranho. O problema de representar essas habilidades de uma maneira menos culturalmente específica é exatamente a dificuldade do participante bem-sucedido que tenta transferir os novos *insights* para os leitores profissionais inexperientes.

Em 2017, Konrad *et al* apresentam uma revisão da pesquisa CTS em representações orientadas para o futuro em práticas antecipadas. O CTS, enquanto campo, analisa o futuro através de uma série de lentes diferentes, aprimorando conceitos relacionados ao estudo das expectativas, imaginários sociotécnicos e à sociologia do tempo que retransmitem esses conceitos operacionalizados à governança das tecnologias emergentes.

Expectativas de progresso científico são componentes de narrativas de grandes desafios, reforçando os argumentos sobre como a ciência e a tecnologia devem abordar os problemas perversos do século XXI. As expectativas coletivas emergem como resultado de expressões estratégicas e esforços promocionais dedicados de atores em seus campos tecnocientíficos prospectando e mapeando formas de exploração conjunta e sistemática de possibilidades e desenvolvimentos futuros. O futuro em CTS é terreno fértil para trabalho teórico, empírico e prático sobre performatividade, temporalidade e antecipação, podendo resultar no surgimento de novos padrões e caminhos. (KONRAD *et al*, 2017).

Konrad *et al* (2017) avaliaram, nos últimos anos, estudos que investigam não só representações futuras com suas dinâmicas e efeitos performativos, mas também as estratégias subjacentes às contribuições de vários atores construindo seu trabalho com base na expectativa. Uma das questões abordadas é como e em que medida, as práticas contribuem para as expectativas e para promover relatos lineares do futuro.

Nesse sentido, aponta-se para os dizeres de Aradau e Munster (2011) que concluíram que a preocupação com uma catástrofe no futuro deu origem a um novo modo de governar, onde a imaginação e a experiência sensorial desempenham um papel crescente, juntamente com as formas mais tradicionais de conhecimento na tentativa de visualizar futuros desconhecidos. Os autores sugerem que, mesmo quando a catástrofe é cuidadosamente evitada, eventos desconhecidos e imprevisíveis e um pior cenário podem ser adicionados ao conhecimento como desastres, riscos, crises, emergências e perigos, ou seja, o conhecimento precisa enfrentar o seu próprio limite: o desconhecido, impondo-se a ele através do risco e da incerteza.

Konrad *et al* (2017) trazem uma abordagem cultural e histórica mais aprofundada tomada pelos analistas, que se estende para o estudo do futuro contemporâneo. Se os modos de orientação futura ajudam a produzir o presente, eles também, sem dúvida formam materialmente o futuro, e isso levanta questões relacionadas à política não só de quais as expectativas e imagens futuras específicas tornam-se hegemônicas, mas também de como as pessoas vivem o futuro no presente e como as diferentes formas de construir o futuro têm implicações políticas significativas no presente. São questões antigas em estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS), colocadas sob novo ângulo e oferecendo novas áreas de foco: quem tem voz para reivindicar o legítimo conhecimento? Quem define o que é importante? Quem participa em moldar o futuro? Este questionamento, afirmam os autores, aponta para preocupações sobre os atores e principalmente sobre seu olhar para a exclusão, opressão, desigualdade e justiça social. “Nos vários esforços do CTS sob a égide de pesquisa e inovação responsáveis, encontram-se exemplos que sugerem criticidade e reflexão sobre os modos de orientação futura.” (KONRAD *et al*, 2017, pg. 481)

Os autores concluem que o campo CTS analisa o futuro através de uma série de lentes diferentes, aprimorando os conceitos que circulam em torno das expectativas. A preocupação fundamental é investigar a performatividade das representações futuras com suas visões e imaginários. Examinar, projetar e adaptar métodos orientados para o futuro é uma oportunidade para os estudiosos do CTS e desafiam os pressupostos e visões existentes, infundindo-os com a compreensão crítica da inovação.

As expectativas raramente são apresentadas como declarações neutras e sem valor, mas podem ser lidos como promessas ou preocupações e avisos, o que implica uma avaliação positiva ou negativa. [...] Nos vários esforços do CTS sob a égide da pesquisa e inovação responsáveis encontram-se exemplos semelhantes e sugerem-se criticidade e reflexão sobre os modos de orientação futura. (KONRAD *et al*, 2017, p. 467, 481 – trad. nossa).

O Quadro 1 reflete o avanço da ciência e como ela vem sendo socialmente construída e direcionada pelas necessidades e preferências, com a participação de múltiplos atores. O enfoque CTS é a busca por um entendimento dos aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico que prima pela participação democrática da população nas decisões que abarcam o contexto científico e tecnológico bem como suas consequências sociais e ambientais.

Quadro 1: O avanço da ciência e a expansão do movimento CTS

| | |
|---|---|
| <p>Pós-guerra (1945) até início dos anos 60 ==== A ciência básica como motor do progresso</p> | <p>Modelo linear de inovação: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico, inovação (expectativa de resultado), Autonomia: a ciência é independente dos processos sociais, O mercado é apenas receptor dos resultados, O pesquisador não tem responsabilidade pelo uso dado aos resultados da pesquisa, A revisão por pares é garantia de excelência e imparcialidade do sistema, Os atores principais são os próprios pesquisadores, reduzidos ao papel de enunciadores.</p> |
| <p>Décadas 60/70 ==== A ciência como solução e causa de problemas</p> | <p>Persiste o modelo linear, porém direcionado para áreas prioritárias, o produto é desenvolvido a partir de uma necessidade do mercado. Surge o movimento CTS: -Há o questionamento da autonomia da ciência, -Concepção de que a ciência deve ser dirigida para os problemas sociais, -Os cientistas dividem o palco com servidores e com os políticos na definição das prioridades, -A revisão por pares não é mais única, desenvolvem-se indicadores científicos como auxiliares, -Há a perda da exclusividade da comunidade acadêmica nos processos de Política de CTI (Ciência, Tecnologia e Inovação).</p> |
| <p>Final da década de 70 ==== Expansão do movimento</p> | <p>O movimento CTS ganha força no final da década de 1970 (meados do século XX) quando a sociedade passa a reivindicar transparência a respeito das atividades científicas e tecnológicas. Ocorrem mudanças curriculares na educação básica de alguns países com o objetivo de alfabetizar todos os cidadãos, científica e tecnologicamente. (ARAUJO <i>et al</i>, 2017). Os autores registram, ainda, que se a ciência era compreendida sob uma perspectiva linear, hoje ela está orientada pela interação entre os atores (universidades, institutos de pesquisa,</p> |

| | |
|--|--|
| <p>CTS</p> | <p>hospitais, empresas, etc.) e pela participação da sociedade, já atingindo um grau de estudos voltados para a previsão do futuro, freando processos de destruição.</p> |
| <p>Décadas 80/90 ==== A ciência como fonte de oportunidade estratégica</p> | <p>Há uma nova concepção de ciência, pesquisadores trabalham fora do sistema acadêmico e em locais multivariados (empresas, hospitais, ONGs), Há a multiplicidade de atores sociais: políticos, servidores públicos, economistas, industriais. A unidade básica de produção de conhecimento não é mais a comunidade científica, mas as chamadas comunidades transepistêmicas, isto é, as pesquisas incluem cientistas e não cientistas, que abrangem interesses de natureza "técnica" e "não técnica", conforme argumenta Knorr-Cetina (1996). A produção de conhecimento e estrutura social são tão intimamente relacionadas, que não se sabe onde começa a C&T e termina a sociedade e vice-versa; não há separação possível. Desenvolvem-se metodologias para estimar os impactos econômicos e sociais, assim como novos instrumentos para detectar oportunidades.</p> |
| <p>Século XXI ==== A ciência para o bem da sociedade ↓ As epidemias e pandemias ==== O futuro da ciência</p> | <p>A ciência como construção social: pesquisa colaborativa, desenvolvimento de processos integrados e paralelos, multiplicidade de atores, hierarquia de saberes. Há a incorporação de conhecimentos locais, abrindo espaço para estilos nacionais e universais de produção. A produção de conhecimento é relacionada à influência da estrutura social, a empresa deixa de ser o foco principal da escolha tecnológica, Há um alargamento do sistema de revisão por pares que agora incorpora atores fora do sistema científico. A ciência é resultado de uma produção coletiva. Há o desenvolvimento de mecanismos de avaliação de impactos sociais com participação pública. A pesquisa no contexto de aplicação conta com a participação de usuários incluindo o desenvolvimento de pesquisa fundamental que combina relevância e excelência acadêmica.</p> <p>ZICA-Vírus: Em março de 2015, o vírus Zika (ZIKV) foi identificado como o agente etiológico de doença exantemática aguda no Brasil que derivou para uma epidemia de microcefalia. (CAMPOS, BANDEIRA E SARDI, 2015). -Ainda não há vacina contra o vírus. Dados apontam poucos estudos na literatura científica; não há tratamento específico apenas de manutenção dos sintomas. (BRASIL, 2016)</p> <p>SARS-CoV-2: Em dezembro de 2019 o vírus SARS-CoV-2, de uma longa família de COV, foi identificado pela primeira vez em Wuhan, na província de Hubei. (HUANG <i>et al</i>, 2020; LIMA, SOUSA E LIMA, 2020). -A velocidade de transmissão do vírus que, em poucos meses se espalhou por todos os continentes, desencadeou uma corrida desenfreada pelo desenvolvimento de vacinas, medidas terapêuticas e diagnósticos. Embora a aprovação para algumas vacinas tenha possibilitado seu uso em todas as populações, existem muitas lacunas no conhecimento e ainda não é possível saber se as vacinas produzirão memória imunológica de longa duração ou se serão necessárias revacinações periódicas. (DOMINGUES, 2021)</p> |

| | |
|--|---|
| | -Não há tratamento específico. Ainda não se tem medicação cientificamente comprovada de combate à doença, apenas manutenção dos sintomas. |
|--|---|

Fonte: Elaboração das autoras (2020) com base em CALLON (1995); VELHO (2011).

A complexidade dos desafios do mundo moderno coloca a ciência cada vez mais em evidência haja vista a emergência da saúde pública mundial com o recente aparecimento de vírus que se espalham de forma rápida em todos os continentes. Não há ainda vacina ou cura para o vírus Zika, não há tratamento ou medicação específica para o vírus SARS-Cov-2. As vacinas utilizadas, embora estejam sendo tomadas medidas para garantir a precisão e a confiabilidade, todos os dados estão sujeitos a verificação e alterações contínuas. (WORLD HEALTH ORGANIZATION).

Este panorama caótico tem exigido de governos e autoridades sanitárias esforços no sentido de gerir a adversidade, enquanto estudos, testes e vacinas são produzidos, testados e avaliados. Dessa forma, fica clara a importância do investimento em pesquisa científica apesar da crescente dificuldade de se garantir apoio, seja pela deficiência de recursos, seja pelo entendimento de que pouco uso é feito dos conhecimentos produzidos. A realidade das propagações de vírus como a Zika ou a SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) demonstram que sem sintonia entre o investimento público e privado para a geração de conhecimento fundamental e aplicado, muitos problemas da sociedade ficarão sem solução.

Na busca pela compreensão das dimensões sociais da ciência e da tecnologia e nas consequências sociais e ambientais, os estudos CTS perfazem uma análise crítica e interdisciplinar, na tentativa de compreender os fenômenos de natureza social, política ou econômica a partir das mudanças científicas e tecnológicas. Nesta direção, Aradau e Munster (2011) apontam para formas existentes de conhecimento e estilos de raciocínio identificados como governança do terrorismo (perseguir, proteger, impedir, preparar) que devem (ou deveriam) ser implantados em resposta à problematização do desconhecido.

Sabendo-se que a ciência tem impacto significativo no futuro das sociedades e a produção do conhecimento científico exige investimento de médio e longo prazo do poder público e da sociedade, devem-se criar condições para o desenvolvimento de vacinas e manutenção de estudos de medicação específica para determinadas doenças. Infelizmente várias são as limitações neste sentido, como por exemplo, o incentivo por parte de governantes ao não uso de vacinas, o subfinanciamento do SUS em todas as suas dimensões, o volume expressivo de recursos retirado das áreas sociais e de saúde, o menosprezo por dados oficiais publicados em revistas científicas e as desigualdades sociais. Em vez disso, criam-

se soluções mágicas, sem estudos de rigor científico quanto à eficácia e sem apreço pelas regras de segurança. (CARVALHO, LIMA E COELI, 2020).

Serafim e Dias (2020) apontam para a importância da ciência e da tecnologia que tratam dos problemas sociais, citando a relevância de equipes de cientistas do mundo todo que correm contra o tempo na produção de vacinas que freiem a proliferação do vírus e de medicamentos que possam combater a doença. Neste interim, percebe-se a fragilidade das condições de existência no mundo contemporâneo e a relevância da produção de conhecimento no enfrentamento aos grandes problemas mundiais. Os autores referem que, a despeito da crise nas instituições e da própria democracia, o enfrentamento às epidemias e pandemias não pode ser desenvolvido e implementado sem o apoio de estudos, pesquisas e testes, com alianças entre estado e comunidade científica, pilares que foram construídos durante décadas no Brasil, mas que têm sido recorrentemente abalados pelos cortes severos e pelo perverso projeto neoliberal-conservador das atuais bases governamentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos apresentados neste trabalho demonstram a relevância das pesquisas, discursos, práticas e experimentos que, orientados para o futuro, desenham o modo como a sociedade entende a ciência e a tecnologia, indicando, também, como os atores criam estratégias e contribuem para a formação de outras tecnologias de apoio.

A aceleração do desenvolvimento tecnológico a partir da segunda metade do século XX surgiu como um grande avanço levando a sociedade a avaliar o presente e, através dele, construir ou repensar seu próprio futuro.

Azevedo *et al* (2018) discorrem que este avanço está presente nas metodologias que estimam impactos econômicos e sociais, na previsão de catástrofes atmosféricas através do estudo de registros sistemáticos de dados sobre perdas e danos causados por eventos de origem natural, socionatural ou tecnológico; no uso ativo de novas tecnologias na medicina, como por exemplo, soluções de imagem que combinam equipamentos e softwares de última geração que indicam o desenvolvimento da doença de Alzheimer; monitoramento remoto de pacientes que diminui o tempo de internação promovendo contato mínimo com doenças infectocontagiosas hospitalares e o uso da tecnologia de impressão 3D, ferramenta poderosa e flexível que possibilita confecção de próteses mais confortáveis e eficientes.

A preparação de uma resposta com antecedência pode prever danos ou antecipar eventuais conflitos, barreiras e problemas. O risco é inerente à ação, no entanto, entender o risco pode desenhar o futuro e minimizar fatos recorrentes. Para delinear os caminhos e amenizar riscos é preciso, antes de tudo, entender as abordagens multidimensionais da vulnerabilidade que apresentam a ação e reação dos fatos.

Importante citar que os avanços tecnológicos trazem elementos novos e, nesse sentido, identificam-se as mudanças na forma de pensar e de entender ocasionadas pelas crises e contradições ideológicas da pseudociência instalada.

As palavras de Cueto (2020) expõem que a trágica realidade dos anos 2020 revela a sordidez de governos autoritários e populistas que atacam a ciência e a saúde pública, estimulando a desinformação e o caos. Desastres sanitários como AIDS, Dengue, EBOLA, ZIKA, COV e todas as suas derivações, trazem à tona a vulnerabilidade estrutural de todo um sistema e de uma cultura do lucro acima de tudo. As pandemias são o resultado da deterioração climática, da violência contra a natureza e de outros fatores que concorrem para a negação dos direitos humanos, tais como: a indiferença no trato às minorias mais carentes, aos indígenas, aos pobres, aos negros, às mulheres. O autor destaca que a pandemia que transmite o vírus Covid-19 e assola o mundo desde finais de 2019 se deve a um efeito posterior de mudanças a partir da década de 1980 que resultaram em redução drástica nos gastos públicos com pesquisas e negação do Estado em programas sociais.

Dito isto, percebe-se que a ciência e sua relação CTS têm sofrido constantes abalos, desde a indisponibilidade de estudos preventivos e uso das tecnologias disponíveis adaptadas às necessidades locais, à falta de participação ativa das lideranças do Estado e membros da comunidade no seu papel promotor, normativo, disseminador e coordenador. O Brasil, não obstante a fragilidade de sua estrutura de pesquisa e da redução dos investimentos em C&T, ainda vem se mostrando capaz de contribuir para que as pesquisas caminhem e apresentem uma resposta a futuras indagações. Com relação à pesquisa sobre a pandemia de Coronavírus (Covid-19) De Negri *et al* (2020) apontam que, embora sejam muitas as lacunas de informação e conhecimento sobre potencial de transmissão, tratamento e possíveis sequelas no organismo humano, a ciência brasileira não está fora desta corrida. Entretanto, ressaltam que a obtenção e o aperfeiçoamento de uma vacina ou de um tratamento eficaz só serão possíveis graças ao investimento realizado anteriormente e ao conhecimento já acumulado em anos de pesquisa na área.

Dessa forma, espera-se que os novos modos de produção do conhecimento encontrem respaldo das autoridades e que procurem alcançar toda a gama de segmentos da sociedade, levantando discussões acerca das mudanças possíveis e necessárias e dos impactos que estas provocarão no futuro.

The evolution in the production of scientific knowledge and the challenges of modernity

ABSTRACT

This work aims to understand the evolution of scientific knowledge from the second half of the twentieth century to the present, in addition to promoting a reflection on the paths of its production, in view of the confrontation with new technologies. Thus, questions were proposed about the new ways of producing this knowledge, its approach to the Science Technology and Society (STS) field and the technologies that make possible to advance understanding, to study phenomena and anticipate impacts in order to predict the unexpected. For that, a bibliographic survey was used with a review of national and international literature from the STS field that refer studies in the area. The research indicates that new technologies can mitigate risks through the joint analysis of regional, political and structural dimensions of the system's vulnerability and anticipate the action and reaction of the facts and that future impacts should bring science and technology to wide discussion with society.

KEYWORDS: STS. Knowledge Production. New Technologies.

REFERÊNCIAS

ARADAU, C.; MUNSTER, R.V. Politics of Catastrophe Genealogies of the unknown. London: Routledge, Edition1st, 2011, 176 p.

ARAUJO *et al.* As Leis de Newton e do trânsito em uma sequência de ensino investigativa com enfoque CTS. Revista Ciência e Ideias. 2017. p. 227-236. Disponível em: <<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/603/490>>. Acesso em 19 mai 2020.

AZEVEDO *et al.* Órteses e próteses aplicadas à tecnologia 3D na saúde: uma revisão sistemática. (p. 32-69). In: Tecnologia 3D na saúde – Uma visão sobre órteses e próteses, tecnologias assistivas e modelagem 3D, Guerra Neto *et al* – SEDIS-UFRN, 2018.

BRASIL. FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz, 2016. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/fundacao>>. Acesso em 29 mai 2020.

BUNGE, M. Filosofía y sociedade. Siglo XXI: México, 2008, 189 p. 96-98.

CALLON, Michel. Four Models for the Dynamics of Science. In: JASANOFF, Sheila *et al* (Org.). Handbook of science and technology studies. Londres: Sage Publications, Ltd, 1995. Cap. 2. p. 29-63.

CAMPOS, G. S; BANDEIRA, A. C; SARDI, S.I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil. Emerging Infectious Diseases , Vol. 21, No. 10, October 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26401719/>>. Acesso em: 28 mai 2020.

CARVALHO, M.S.; LIMA, L.D.; COELI, C.M. Ciência em tempos de pandemia. Cadernos de Saúde Pública 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/csp/v36n4/1678-4464-csp-36-04-e00055520.pdf>>. Acesso em: 29 mai 2020.

COLLINS, H. M.. Expert Systems and the Science of Knowledge. In: BJIKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (Org.). The Social Construction of Technologia Systems: New Direction in the Sociology and History of Technology. Massachusetts: The Mit Press, 2012. Cap. IV. p. 321-370.

CUETO, M. Covid-19 and Globalization Epidemics. BRASIL. Fundação Oswaldo Cruz. 2020. Disponível em: <<http://www.coc.fiocruz.br/index.php/en/news/1766-covid-19-and-globalization-epidemics-2.html#.XtUbOzpKjIW>>. Acesso em 01 Jun 2020.

DE NEGRI *et al.* Ciência e Tecnologia frente à pandemia. IPEA-Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/182-corona>>. Acesso em: 04 Jun 2020.

FERREIRA, V.B. E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, 256 p.

GIBBONS, M. *et al.* The new production of knowledge - The dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage, 1994.

HUANG, C. *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. 2020, vol. 395, p. 497–506. Disponível em:

<[https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(20\)30183-5.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(20)30183-5.pdf)>. Acesso em: 28 mai 2020.

KNORR-CETINA, Karin. ¿Comunidades Científicas o Arenas Transepistémicas de Investigación? Uma crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciência. REDES: Revista de Estudios Sociales de la Ciencia. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, v.3, n.7, p.129-160, 1996.

KONRAD, Kornelia *et al.* Performing and Governing the Future in Science and Technology. In: FELT, Ulrike *et al* (Org.). Handbook of Science and Technology Studies: Handbook of Science and Technology Studies. 4. ed. Massachusetts: Massachusetts Institute Of Technology, 2017. Cap. 16. p. 465-493.

LIMA, L.N.G.C.; SOUSA, M.S., LIMA, K.V.B. As descobertas genômicas do SARS-CoV-2 e suas implicações na pandemia de COVID-19. J. Health Biol Sci. 2020;8(1):1-9. Disponível em: <<https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/viewFile/3232/1108>>. Acesso em: 28 mai 2020.

SERAFIM, M.P.; DIAS, R.B. A importância da ciência e das universidades públicas na resolução de problemas sociais. (Campinas), Sorocaba, v. 25, n. 1, p. 1-4, Apr. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772020000100001&script=sci_arttext&lng=pt>. Acesso em 29 mai 2020.

VELHO, L. Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação. Sociologias, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p. 128-153, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222011000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 May 2020.

WOUTERS, Paul *et al.* Messy Shapes of Knowledge-STS Explores Informatization, New Media, and Academic Work. In: HACKETT, Edward J. *et al* (Org.). The Handbook of science and technology studies. 3ª ed. Cambridge: The Mit Press, 2008. Cap. 14. p. 319-351.

Recebido: 10/10/2020

Aprovado: 15/07/2021

DOI: 10.3895/rts.v17n49.13296

Como citar: ZAMBON, S. A.; COSTA, L. S. F. A evolução na produção do conhecimento científico e os desafios da modernidade. *Rev. Technol. Soc.*, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 157-171, out./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13296>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

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

