

Análise histórica sobre a evolução da cibernética na União Soviética (anos 1920-1970)

Historical analysis about cybernetics evolution in the Soviet Union (1920s-1970s)

Roberto Lopes dos Santos Junior | Universidade Federal do Pará

robertolopes@ufpa.br

<http://orcid.org/0000-0001-6063-920X>

RESUMO Estudo discutindo a evolução da cibernética na União Soviética, analisando as raízes da disciplina nos anos 1920-1930, a partir da obra dos pesquisadores Ivan Pavlov e Andrei Kolmogorov, sua problemática inserção na realidade soviética no início dos anos 1950, com críticas agressivas feitas em diferentes publicações, posterior reabilitação a partir de 1955, com a instituição de organismos de pesquisa e publicação de diversos livros e artigos sobre a área, com foco nas iniciativas de Aksel Berg e Aleksei Lyapunov e, por fim, a expansão dos institutos e o auge de publicações nos anos 1960 e os impasses advindos desse sucesso. A pesquisa identificou que a utilização da cibernética oscilou na URSS, passando de um agressivo período de ataques – apesar de não endossado pela cúpula do partido comunista – a uma (por vezes exagerada) consagração, caindo em interpretações equivocadas ou excessivamente totalizantes.

Palavras-chave cibernética – URSS – informática.

ABSTRACT *Analysis about the evolution of cybernetics in the Soviet Union, discussing the origins of the discipline in the 1920s and 1930s, based on the work of Ivan Pavlov and Andrei Kolmogorov, its rejection in the beginning of the fifties, centered in aggressive critics produced in different publications, its rehabilitation after 1955, related to the consolidation of institutes, publication of books and articles dedicated to the field and the initiatives made by the researchers Aksel Berg e Aleksei Lyapunov, and the discipline apogee in the sixties, represented by the expansion of institutes and the peak of publications, despite some contradictions and controversies. The research identifies that the utilization of cybernetics in the USSR oscillated between a period of hard critics – despite not endorsed by the soviet communist party – to an exaggerated acclamation, creating equivocated ideas and excessively totalizing theories.*

Keywords cybernetics – USSR – informatics.

Introdução

Quando se analisa a evolução histórica das tecnologias da informação, muitas vezes foca-se no desenvolvimento dos equipamentos e autômatos a partir da primeira metade do século 20. Inicialmente, apresentam-se os computadores analógicos como, por exemplo, os estadunidenses Analisador Diferencial (1931) e Harvard Mark I (1944), o alemão Z3 (1941), e o inglês Colossus (1943). A partir desses modelos, e com o estímulo do setor militar envolvido de forma intensa com a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria, os primeiros computadores digitais se consolidaram nos Estados Unidos como, por exemplo, o Computador Integrador Numérico Eletrônico – Eniac (1946), o Computador Binário Automático – Binac (1949) e o Computador Universal Automático – Univac I (1951) (Santos Junior, 2015).¹

Outro aspecto, nem sempre lembrado, é o da consolidação da cibernética durante a segunda metade dos anos 1940, a qual serviu de base teórica para a consolidação da informática e de sua inserção na sociedade contemporânea, no que obteve grande influência não somente no campo científico, mas também sobre gerações de autores ligados à ficção científica.² Com a cibernética, não somente a informática obteve um escopo teórico mais sofisticado, mas também serviu de “ponte” entre a tecnologia e diferentes disciplinas e campos de pesquisa.

Os locais de consolidação da cibernética foram especialmente os Estados Unidos, Inglaterra e França, ligados a pesquisas científicas sobre aspectos mais subjetivos das tecnologias nas universidades e projetos militares de grande porte durante a Segunda Guerra Mundial, ressaltando-se o forte caráter interdisciplinar da área, unindo campos ligados à sociologia, neurociência e comunicação (Mindell, Segal, Gerovitch, 2003).

Outro local onde a cibernética obteve considerável utilização foi na União Soviética (URSS). A URSS, mesmo com a devastação ocorrida na Segunda Guerra Mundial, teve papel precursor na construção de computadores digitais, sendo o primeiro país da Europa continental a produzir um autômato, a Pequena Máquina Eletrônica de Cálculo (Mesm), em novembro de 1950, e continuou a apresentar modelos nativos até o final dos anos 1960. A cibernética, que poderia inicialmente servir de base para essa indústria, passou por uma curiosa jornada, de um início problemático, caracterizado por críticas agressivas, para uma consagração política nos anos 1960, sendo criados diversos institutos para a área e com a publicação de artigos, verbetes e livros laudatórios, com a cibernética chamada em alguns momentos de “ciência do comunismo” (Mindell, Segal, Gerovitch, 2003).

O presente artigo, ligado à pesquisa sobre a computação soviética,³ irá discutir a evolução da cibernética na União Soviética, desde as raízes da disciplina nos anos 1920-1930, das críticas

- 1 A partir dos anos 1990, ao menos em língua inglesa, a literatura sobre a história da computação mostra considerável produção, oferecendo abordagens que se afastam de uma visão excessivamente centrada na estadunidense. Para uma análise recente sobre a temática, ver Haigh e Ceruzzi (2021). No Brasil, o tema continua pouco explorado, contudo, havendo exceções como, por exemplo, Fonseca Filho (2007) e Vianna, Pereira e Perold (2022).
- 2 Focando apenas na literatura de ficção-científica estadunidense, destacam-se autores como Arthur C. Clarke (1917-2008), Isaac Asimov (1920-1992), Frank Herbert (1920-1986), Philip K. Dick (1928-1982) e William Gibson (1948-), todos eles indicando as ideias da cibernética como uma de suas influências.
- 3 Trabalho oriundo do projeto de pesquisa “Informática vermelha: história da computação na União Soviética (1948-1991)” ligado à Faculdade de Arquivologia e ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal do Pará.

a posterior reabilitação nos anos 1950, e seu apogeu e impasses nas décadas de 1960 e 1970. A pesquisa justifica-se pela parca produção sobre a temática, ou seja, sobre a expansão das ideias da cibernética para além dos países ocidentais, em especial no antigo bloco comunista, aproveitando trabalhos recentes de pesquisadores que dedicaram considerável produção sobre o tema.

Origens russas: Gastev, Pavlov, Bernshteyn e Kolmogorov

Visões identificando a inserção tecnológica na sociedade soviética, na qual o progresso científico marcaria o futuro promissor do comunismo, foram discutidas quase imediatamente quando da ascensão bolchevique ao poder. O tema da “engenharia social” ou do “novo homem soviético”, educado e inserido em uma sociedade científica, era propagado desde o final dos anos 1910 (Santos Junior, 2012).

O então secretário-geral Vladimir Lênin, admirador das ideias de Frederick Taylor – que usava estudos de tempo para subdivisão e automatização de tarefas industriais – e dos métodos de Henry Ford de produção, imaginou, em um futuro não muito distante, remodelar a sociedade russa segundo parâmetros mecânicos⁴ (Peci, 2009). Coube ao engenheiro e poeta Alexei Gastev (1882-1939) a implantação inicial dessas ideias, a partir do Instituto Central do Trabalho, criado em 1920, no qual desenvolveu experiências em que os trabalhadores agiriam como máquinas, fazendo do operário um “robô humano” (derivado do russo *rabotat* – trabalhar) (Figes, 1999; Pipes, 1995).

Gastev imaginou uma sociedade onde o “coletivismo mecanizado” iria substituir a personalidade individual, onde as emoções seriam substituídas por equipamentos como medidores de pressão ou velocímetros. Na prática, seus experimentos consistiam em utilizar centenas de voluntários, vestidos iguais, marchando em colunas, realizando tarefas a partir dos zumbidos dos motores e internalizando o ritmo mecânico das atividades (Figes, 1999; Pipes, 1995).

Apesar de bem recebido pelos bolcheviques, chegando a reunir cerca de 50 mil trabalhadores em 1925, as visões de Gastev receberam tímidas, porém enfáticas, críticas sobre uma pretensa “maquinização” da sociedade soviética.⁵ Muitas delas podem ser visualizadas no romance distópico “Nós” de Iévgueni Zamiátin (1884-1937), no qual o trabalhador D-503 precisa sobreviver em um sistema de trabalho violentamente controlado e sistematizado, ao ponto de as atividades do dia serem minuciosamente registradas em diferentes relatórios⁶ (Zamiatin, 2017); e, de forma indireta, na peça R.U.R. (1921), do tcheco Karel Čapek (1890-1938), que relata uma rebelião de robôs em uma fábrica no Pacífico Sul (Roberts, 2018).

Em paralelo a essa visão “robótica”, as ideias do fisiologista Ivan Petrovitch Pavlov (1849-1936), ícone da ciência russa/soviética, também oferecem bases sólidas para a posterior consolidação da cibernética.

4 O líder russo chegou a solicitar que textos de Ford fossem traduzidos e publicados no principal jornal soviético, *Pravda*, e entrou em contato com alguns executivos da empresa no início dos anos 1920.

5 Em 1938, Gastev foi preso durante os expurgos promovidos por Josef Stalin, tendo suas ideias ridicularizadas e acusadas de “antirrevolucionárias”, sendo posteriormente executado.

6 A obra foi publicada na URSS, de forma independente, em 1920 e 1924, logo proibida e somente publicada oficialmente no país em 1988.

Para esse pesquisador, as tecnologias eram sinônimo de sofisticação, podiam ser amplamente inseridas em seus laboratórios e incluídas em experimentos ligados ao condicionamento humano. Pavlov utilizava complexas leis estatísticas e quantitativas para a análise dos fenômenos fisiológicos, cuja funcionalidade era medida a partir das “regularidades mecânicas”, ou seja, o organismo sendo visualizado como uma complexa máquina ou equipamento (Barbara, 2011; Pavlov, Skinner, 1984).

Pavlov também utilizava comparações ou metáforas utilizando as tecnologias emergentes. Em seu mais conhecido experimento, ligado ao reflexo condicionado, o autor comparava o sistema nervoso com a mesa de operação telefônica. Para ele, os reflexos ligados a determinado estímulo (visão de um prato de comida) ou resposta (salivação) podem ser comparados ao funcionamento de uma central telefônica. Em relação ao reflexo condicionado,⁷ Pavlov relacionou-o com os reflexos temporários ligados à conexão entre pessoas (usuário-operador-receptor) na mesa de operação de telefone. Segundo o autor, se uma central telefônica resolve diversos problemas de comunicação, os mecanismos de reflexos condicionados ajudariam na reação do organismo a diferentes tipos de estímulo (Pavlov, Skinner, 1984; Gerovitch, 2004; Barbara, 2011).

As ideias de Pavlov não somente se tornaram referência no campo científico da URSS, mas sua influência se expandiu para o Ocidente capitalista. Porém, houve vozes dissonantes a esses conceitos.

A primeira das vozes dissonantes era a de Nikolay Bernshteyn (1896-1966), importante nome ligado à fisiologia na URSS. Apesar de não se opor diretamente a Pavlov, buscou unificar as ideias do fisiologista com práticas anteriormente propostas por Gastev, visto que durante a segunda metade dos anos 1920 participou de projetos no Instituto Central do Trabalho.

Bernshteyn, diferente de Pavlov – que focou seus estudos no sistema digestivo –, deu ênfase a aspectos ligados a locomoção, identificando que a atividade nervosa periférica realiza um papel importante na coordenação dos movimentos, e que os movimentos musculares, a partir da realização de diferentes tarefas, são “construídos”, como um ciclo de ações e correlações. Para o fisiologista, o sistema nervoso não seria comparado a uma central telefônica e sim a um “servomecanismo”, que teria seu suporte a partir de ciclos periféricos e centrais, no qual o ciclo central poderia ser comparado com dispositivos de controle ligados a autômatos (Gerovitch, 2002).

Após passar pelas intensas rivalidades que grassaram na fisiologia no início dos anos 1950, e pela reabilitação da cibernética pós-Stalin, Bernshteyn, estrategicamente, atualizou e adaptou suas ideias, relacionando o servomecanismo ao funcionamento dos computadores, identificando o organismo humano como uma máquina autorreguladora a qual, ao receber uma informação externa, a codifica, programando suas ações, construindo assim seus movimentos (Gerovitch, 2002).

Pëtr Kuz'mich Anokhin (1898-1974), aluno de Pavlov, a partir da análise do sistema nervoso dos cães, ofereceu a concepção de um sistema funcional responsável pela locomoção, digestão e respiração, onde a inter-relação das funcionalidades centrais e periféricas do sistema nervoso seria de fundamental importância para entender os processos fisiológicos. Mesmo não obtendo

7 Experimento realizado entre os anos 1900 e 1920, que envolveu a salivação condicionada dos cães, onde foi observado que, se um particular estímulo sonoro estivesse presente quando esses fossem apresentados à comida, esse estímulo deixaria de ser neutro, passando a ser condicionado. Para mais informações, ver Pavlov e Skinner (1984).

a mesma atenção de Bernshteyn e Pavlov, as ideias de Anokhin também foram adaptadas para um pretenso funcionamento computacional (Gerovitch, 2002).

Porém, o grande nome de consolidação da cibernética soviética foi um de seus mais notáveis matemáticos, Andrei Kolmogorov (1903-1987). Aluno prodígio – aos 18 anos se graduou em Harvard e Cambridge –, com 19 anos apresentou trabalhos ligados à matemática na Universidade Estatal de Moscou, onde foi professor por 56 anos; nos anos 1930 realizou pesquisas ligadas a teorias probabilísticas que se tornaram referência internacional (Gerovitch, 2013).

Nesse período, Kolmogorov apresentou estudos ligados à aplicação da matemática à biologia, especificamente sobre a utilização de métodos estatísticos na genética. Isso lhe rendeu polêmicas com Trofim Lysenko, proeminente nome da área no país, o que fez com que se afastasse da biologia, porém servindo como base para análises mais aprofundadas nos anos seguintes, o que chamou a atenção de pesquisadores no Ocidente que começavam a realizar estudos unindo matemática e engenharia (Bienvenu, Shafer, Shen, 2022).

Após anos em uma carreira premiada no campo militar, durante a Segunda Guerra Mundial, e nos últimos anos do stalinismo, Kolmogorov, em conferências e artigos apresentados entre 1956-1957, apresentou uma versão da cibernética que tinha a informação como seu principal vetor, separada em vertentes comunicacionais – recebimento, armazenamento e transmissão da informação –, e de controle – processo de recebimento da informação via sinais –, sendo apresentada como “métodos de recebimento, processamento e uso da informação em máquinas, organismos vivos e suas associações” (Kolmogorov, 1956; Gerovitch, 2013).

Mesmo recebendo algumas críticas, as definições de Kolmogorov, sejam suas propostas estatísticas apresentadas nos anos 1930-1940 ou definições sobre a cibernética nos anos 1950, são consideradas os principais pontos de consolidação do campo na URSS.

A cibernética soviética no fim do stalinismo

A recepção inicial da cibernética na União Soviética dividiu-se entre a hostilidade e, muitas vezes em segredo, a utilização interna para a consolidação dos primeiros modelos de computadores no país – Mesm (1950), M-1 (1951) e Strela (1953). Mais detalhes sobre a inserção da cibernética na URSS mostram-se fragmentados. Contudo, sabe-se que, entre 1949-1950, trechos e edições do livro *Cibernética* (1948) do norte-americano Norbert Wiener, principal nome da área nos Estados Unidos, foram traduzidos para o russo e discutidos em alguns centros científicos do país (Shilov, 2014).

Apesar de não citar diretamente a disciplina, destaca-se o artigo “Mark III, a calculadora” – em resposta à matéria do periódico semanal estadunidense *Time* de janeiro de 1950 – publicado no *Literaturnaia Gazeta*, escrito por seu editor Boris Agapov, como o primeiro a tratar em língua russa de aspectos ligados à cibernética. Agapov, em tom irônico, indica que Norbert Wiener figura entre os charlatões e obscurantistas ocidentais, e apresenta o sucesso dos computadores nos Estados Unidos como uma grande campanha de desinformação para o público leigo. O impacto do artigo foi imediato. Em poucos meses, o livro *Cibernética*, de Wiener foi retirado das bibliotecas soviéticas, ficando apenas em algumas bibliotecas militares secretas, e tendo início também uma série de publicações hostis à área (Shilov, 2014; Prokhorov, 2018).

Entre 1951-1954, publicações ligadas ao Instituto de Filosofia da Academia de Ciências da URSS e diferentes revistas e jornais classificaram a cibernética como “idealismo e canibalismo semântico”, “ciência do obscurantismo”, “pseudociência estadunidense” e “ciência dos escravocratas modernos” (Gerovitch, 2001).

O ápice dos ataques veio com o artigo “A quem serve a cibernética?”, publicado no *Voprosy Filosofii* em 1953, por um autor desconhecido automeado “materialista”, para o qual a cibernética foi uma tentativa desesperada dos Estados Unidos de tentar obter a hegemonia tecnológica a partir de ideias mecanicistas e idealistas e, em 1954, no *Kratkii filozofskii slovar'* (Conciso dicionário de filosofia), onde a cibernética foi definida como “pseudociência reacionária” que representava a visão burguesa ocidental (Peters, 2012).

Em um primeiro momento, esses ataques sugerem uma ação coordenada destinada sabotar e desacreditar a cibernética na URSS, reverberando o clima de competição e controle científico característico dos últimos anos de Josef Stalin no poder.⁸ Contudo, deve-se indicar cautela e analisar de forma mais aprofundada a questão.

Shilov (2014) e Prokhorov (2018), ao analisarem a dinâmica dessas matérias hostis, identificam que, ao contrário de uma articulação bem planejada, boa parte desses ataques veio muito mais de desinformação, a partir de dados oriundos de fontes secundárias pouco confiáveis. Boris Agapov e Mikhail Iaroshevskii, os primeiros a criticarem a cibernética, admitiram que na época não conheciam quase nada sobre a disciplina ou sobre as ideias de Wiener, usando artigos esparsos ou matérias opinativas para basear suas análises. A partir daí, um tom mais agressivo foi se intensificando, com autores se aproveitando dessa brecha e, alimentados por um tom “anti-imperialista”, aumentando o teor das críticas. Porém, o clima seria muito mais de propaganda do que um “linchamento” científico.

Ao mesmo tempo, o governo soviético, em especial o setor militar, fazia, muitas vezes de forma indireta, utilização da cibernética para o estímulo da construção de computadores no país. Na verdade, o secretário-geral do Partido Comunista Josef Stalin, diferente de outros campos no qual estimulou rixas e perseguições internas, não se opôs à inclusão da disciplina nos projetos de consolidação dos centros de automação no país, no final dos anos 1940. Apesar de não sabermos a opinião do líder soviético sobre a cibernética, diferentes personalidades políticas, como, por exemplo, Iurii Zhdanov, chefe do Departamento de Ciências do Comitê Central do Partido Comunista entre 1951-1953, afirmaram que ele não mostrou oposição e deu suporte à consolidação financeira e material dos projetos de automação (Gerovitch, 2001, 2004).

Mas os ataques tiveram seu impacto na computação soviética nesse período. O Exército, em parte devido às críticas e em parte por querer manter certa prevalência na utilização dos computadores construídos, evitou expor publicamente análises ligadas à cibernética. Serguei Lebedev, Isaak Bruk e Yuri Bazilevskii, líderes dos projetos de construção dos primeiros computadores na URSS, evitavam citar a cibernética em seus trabalhos, ou substituíram termos da área

8 Após 1945, os cientistas soviéticos tiveram que se adaptar (muitas vezes sem sucesso) às políticas repressivas apresentadas pelo secretário do Comitê Central do Partido Comunista, Andrei Zhdanov (1896-1948), chamadas *zhdanovshchina*, que impunham forte censura e rígido controle ideológico às pesquisas. Outro aspecto relacionado a esse controle, direta ou indiretamente promovido por Stalin, foi o estímulo a rixas ideológicas e enfrentamento entre correntes de pesquisa antagônicas em diferentes campos científicos. Entre 1948-1951, esse aspecto, em alguns momentos, ganharia contornos cada vez mais agressivos em áreas como a matemática, biologia e fisiologia (ver Kojevnikov, 1998).

pelos de outros campos como forma de evitar possíveis ataques. Institutos ligados à informação científica ou computação seguiram ou por caminho parecido ou usaram astutas alternativas como, por exemplo, de Dimitrii Panov, diretor do Instituto Estatal de Informação Científica e Técnica (Viniti), o qual, em relatório secreto produzido em 1953 sobre a utilização dos computadores na URSS, evidenciou aspectos comerciais da cibernética na rápida construção de caças ou de artefatos nucleares (Gerovitch, 2001, 2004).

O ponto de virada para a disciplina veio em 1955, a partir de dois artigos publicados na mesma edição do *Voprosy Filosofii*, ambos, por caminhos diferenciados, defendendo a cibernética e evidenciando suas potencialidades.

O primeiro, "As principais características da cibernética" escrito por Sergei Sobolev, Aleksei Lyapunov e Anatoliy Kitov, não só buscava reabilitar a cibernética no contexto científico pós-Stalin, mas também realizar adaptações desse campo de estudo à realidade soviética. Peters (2008) resumiu a definição dos autores sobre a cibernética em três pontos principais.

1. Teoria da informação, especialmente uma teoria estatística de processamento e transmissão de mensagens.
2. Teoria automática das máquinas eletrônicas de cálculo de alta velocidade, como uma teoria de auto-organização lógica de processamento similar aos pensamentos humanos.
3. Teoria dos sistemas de controle automático, especialmente ligada ao *feedback*, incluindo o estudo do sistema nervoso, sensorial e de outros órgãos.

Os autores também indicaram um viés anticapitalista na visão de Wiener, para o qual uma "nova revolução industrial" poderia ocasionar a substituição de humanos por robôs. Foram feitas comparações entre as ideias do autor americano e as pesquisas de Pavlov, indicando que o pesquisador russo foi o principal marco de consolidação da cibernética e, por fim, indicam o papel da disciplina no combate ao capitalismo, a partir do uso da automação para potencializar o trabalho humano no bloco socialista (Peters, 2008).

O segundo artigo, "O que é a cibernética", escrito por Ernest Kolman, também ofereceu análises positivas sobre a disciplina.

O pesquisador iniciou por uma breve história da cibernética, das publicações do físico e matemático francês André-Marie Ampère (1776-1836) ao livro *Cibernética*, de Wiener, e à história da tecnologia na Rússia. Kolman também ressaltou que o autor estadunidense citou em sua obra pesquisadores russos e que trocas informacionais, mesmo que indiretas, entre autores soviéticos e ocidentais, justificavam a reabilitação dessa disciplina na URSS. O autor também identificou relações entre as teorias de Wiener sobre o estudo analítico das estruturas das mensagens em mecanismos automatizados, instituições e sociedade, com visões localizadas de Marx e Engels sobre o papel da estatística em prever condições econômicas (Kolman, [1955] 1957).

Esse último artigo mostra-se curioso advindo da biografia de seu autor. Kolman (1892-1979), nascido em Praga, formado em matemática, entre os anos 1920 e 1930 ocupou cargos de direção em diferentes institutos científicos, onde realizou amplos ataques ideológicos nos campos da matemática e física, propondo uma "renovação" nessas áreas a partir do expurgo de elementos hostis ao socialismo. Preso na Tchecoslováquia entre 1948-1952, Kolman retornaria à URSS ocupando cargos no Instituto de História das Ciências e Tecnologia da Academia

de Ciências, mantendo uma postura agressiva. Mas, em novembro de 1954, para surpresa de muitos, realizou uma defesa da cibernética em evento ligado à Academia de Ciências Sociais.⁹

A biografia de Kolman, e seu artigo, indicam um aspecto que parcialmente explica como, após anos de ataques, a disciplina foi reabilitada. A partir de um clima de relaxamento político, no qual os laços com o Ocidente capitalista começavam a ser recuperados, mudanças de postura indicando “reavaliações”, que potencializaram pretensas inter-relações entre a disciplina e autores socialistas, deram o tom de alguns desses trabalhos.

“A ciência do comunismo”: a cibernética nos anos 1950 e 1960

A morte de Stalin e a utilização crescente dos computadores em projetos de grande porte foram importantes fatores para a reavaliação da cibernética, somados à consolidação de pesquisadores que defenderam a eficácia e importância da disciplina a partir de 1955. A área foi recebida de forma muitas vezes empolgada, mesmo com tensões e disputas, por diversos campos científicos e pelo governo comunista, que utilizou elementos da disciplina em comitês, organismos e publicações. O principal nome da área, Norbert Wiener, foi recebido com honrarias em sua visita à URSS em 1960, evidenciando o sucesso da disciplina no país (Fet, 2012).

No final dos anos 1950, definições “totalizantes” ligadas a cibernética seriam promulgadas por diferentes teóricos e pesquisadores do campo. De ciência problemática e burguesa, agora abordaria as principais virtudes que estimulariam o desenvolvimento tecnológico soviético. Esse campo, a partir do início dos anos 1960, se transformou em um complexo “guarda-chuva” teórico, buscando trocas interdisciplinares com a matemática, física, biologia, linguística, psicologia, química, fisiologia, economia e direito. O objetivo dessas trocas, inicialmente, foi oferecer às ciências naturais e sociais maior variedade de temas de pesquisa, soltando, pelo menos parcialmente, as amarras impostas durante o período stalinista (Gerovitch, 2004).

O principal teórico sobre essa visão foi Aleksey Lyapunov (1911-1973), um dos grandes nomes da matemática e computação da URSS no pós-guerra, e considerado o grande nome de consolidação da cibernética na URSS. Filho de uma família nobre de Moscou, com intensa participação em projetos ligados à artilharia durante a Segunda Guerra Mundial, no início dos anos 1950 entrou para a divisão de matemática da Academia de Ciências Soviética, onde conheceu tanto os projetos de automação no país quanto as ideias de Weiner (Leeds, 2016).

Com ampla rede de contatos em diferentes campos de pesquisa no país e no exterior, estando a par das principais discussões ligadas a cibernética no Ocidente, e sendo um dos privilegiados que podiam utilizar o computador Mesm na Academia de Ciências, Lyapunov, por quase uma década, realizou seminários reunindo de pesquisadores consagrados a novos talentos, discutindo os conceitos e as tendências da cibernética. Esses seminários são considerados um dos principais pontos de consolidação da área em âmbito internacional. Lyapunov manteve-se produtivo em Moscou ou, a partir de 1963, em Akademgorodok, onde obteve cargos de pesquisa e pôde realizar seus estudos com relativa tranquilidade (Leeds, 2016; Gerovitch, 2004).

9 Um breve resumo sobre sua vida e obra pode ser visto em Kolman (1978). Curiosamente, Kolman, a partir do início dos anos 1960, mostrou-se decepcionado com o caráter autoritário do regime soviético, consolidado com a invasão da URSS à Tchecoslováquia em 1968 (onde mantinha contatos regulares), estimulando, em 1976, sua saída do Partido Comunista e seu exílio na Suécia.

Outro nome que, a partir de trocas teóricas e do suporte direto de Lyapunov, consolidou, nesse caso em âmbito institucional, a cibernética, foi o engenheiro Aksel Berg (1893-1979). Militar da Marinha em atividade desde o czarismo, e, entre os anos 1920 e 1950, com ampla atividade no campo da engenharia, ocupou o cargo de ministro da Defesa entre 1953-1957 e de planejamento científico estatal até 1960, quando seu amplo currículo o levou a ser convidado para ser diretor do Conselho de Cibernética (Leeds, 2016).

O conselho, dividido em oito seções – matemática, engenharia, computadores, biologia, máquinas matemáticas, linguística, teoria da confiabilidade,¹⁰ e “seção especial” (aparentemente projetos militares) – expandidas para 15 em 1967, foi responsável pelo suporte e instalação de institutos de cibernética pelo país, e pela criação de seções de coordenação dos projetos ligados às suas respectivas áreas de atuação. O conselho se tornou o principal organismo da cibernética na URSS, mesmo com críticas sobre uma demasiada militarização do órgão (Leeds, 2016; Semonov et al., 2020).

Berg, quase imediatamente ao assumir o posto, buscou consolidar a difusão da cibernética a partir da publicação de livros exaltando o potencial de renovação tecnológica oferecido pela disciplina, e com extensas participações na televisão soviética. O melhor exemplo dessas iniciativas veio da publicação *Cibernética: a ciência do comunismo* (1961), apresentada no vigésimo segundo Congresso do Partido Comunista, no qual a disciplina foi consagrada como uma das bases do regime soviético, e os computadores identificados como “máquinas do comunismo” (Semonov et al., 2020).

Quatro pontos identificam a consolidação da cibernética na ciência soviética dos anos 1950 e 1960.

O primeiro, que tomou forma a partir da visita do linguista estadunidense Roman Jakobson à URSS, o que estimulou congressos e cursos realizados por seus pupilos Vladimir Uspenskii e Vyacheslav Ivanov a partir de 1956, vislumbrou a cibernética como uma forma de renovação linguística, em especial nos tópicos ligados a trocas entre o processamento de texto computacional e fenômenos linguísticos. A teoria da informação, a partir dessa abordagem, poderia ser inserida como parte da “matemática linguística”, popularizada pelo pesquisador Isaac Revzin, e uma linguística estrutural (Tatarchenko, Yermakova, De Mol, 2021a, 2021b).

Outro caminho seguido foi a da linguagem semiótica na computação, a partir da tradução automatizada via programas computacionais. Contudo, a reduzida utilização desses equipamentos – por vezes apenas dez minutos por dia em alguns modelos – e a resistência do Exército à inclusão dessas pesquisas para o aprimoramento da programação dos mesmos, dificultaram maior aprofundamento das análises e a sofisticação dos estudos de tradução automatizados (Sarapik, 2020).

O terceiro foi o de uma cibernética fisiológica, voltando a conceitos ligados à relação entre o computador e o cérebro humano. Com a interrelação entre as duas áreas, paralelos entre impulsos nervosos e trocas informacionais, performar um movimento e executar um programa e entre pensar e computar foram discutidos, oferecendo abordagens relacionadas a teorias

10 Parte da estatística que avalia se um determinado erro (não aleatório) em uma observação é detectável pelo procedimento de teste utilizado, e avalia também a influência desse erro nos resultados do ajustamento, quando não detectado, segundo os níveis de probabilidade que foram estipulados para o teste (Teixeira, Ferreira, 2003).

comportamentais, cujo principal expoente foi o citado neurofisiologista Nikolay Bernshteyn. Isso causou discussões, por vezes agressivas, entre fisiologistas que utilizavam conceitos da cibernética e os ligados a uma visão pavloviana “clássica”, tensões visíveis no congresso de fisiologia e psicologia ocorrido em Moscou, em maio de 1962, onde ambas as correntes trocaram amargas acusações de deturpação de ideias e teorias. Apesar dessas tensões, a abordagem foi aceita entre engenheiros e matemáticos, que incluíram estudos fisiológicos em suas análises computacionais, em especial na interação homem-máquina e na cosmonáutica, focando em aspectos ergonômicos (Gerovitch, 2002, 2004).

E, por fim, a cibernética matemática, apresentada a partir de 1961 em palestras e publicações relacionadas a Kolmogorov, Lyapunov e o biólogo Nikolaj Timofeev-Resovskij, nas quais sugeriram que, por um lado, o pensamento humano, a partir de cálculos estatísticos, poderia se inter-relacionar com construções artificiais e automáticas de dados e informações e, de outro, adaptar a genética em um complexo sistema aforístico e axiomático da informação, ou seja, identificando um complexo sistema organizacional baseado em quatro hierarquias – célula, organismo, população e biocenoses – para o qual a cibernética e a automação ajudariam na construção quantitativa e matemática (Vucinich, 2002).

Lyapunov e Sobolev, em artigos e congressos a partir de 1958, afirmaram que a genética poderia ser interpretada também como um aprimoramento cibernético da biologia, no qual o estudo da matéria e do código genético poderia se relacionar à programação informacional. Isso criou oposição direta à visão de Lysenko, que, junto com seus apoiadores, iniciou uma disputa interna em diferentes periódicos, eventos e nos institutos de biologia no país, tentando desacreditar a visão de Lyapunov, disputa essa que se estenderia até 1964, quando, com a queda do secretário-geral Nikita Krushev, Lysenko foi destituído dos postos de chefia (Leeds, 2016, Gerovitch, 2004).¹¹

Mas esse sucesso e abordagens ampliadas, ao mesmo tempo que deram amplos poderes à disciplina, também a fizeram englobar um escopo de pesquisa além de sua capacidade de análise, com considerável desvio de suas propostas iniciais, gerando decepções em seus principais teóricos e desfigurando pesquisas que estavam sendo realizadas até então.

Desdobramentos da cibernética

Mesmo com impasses, as ideias e iniciativas da cibernética produzidas na União Soviética entre os anos 1950 e 1960 foram aproveitadas em outros campos, deixando raízes que se estenderam após o fim do comunismo. Dois exemplos podem ser destacados.

O primeiro está nas iniciativas de implantação de uma rede computacional na União Soviética. Entre diferentes propostas apresentadas, duas são consideradas as principais.

A primeira veio do tenente-coronel Anatoly Kitov (1920-2005), diretor de institutos de pesquisa que objetivaram a coordenação de projetos em automação. Em propostas oferecidas entre 1958 e 1959, Kitov focou suas análises na necessidade da criação de centros e redes de computadores nos quais, a partir da resolução de cálculos matemáticos e da produção de

11 Para uma abordagem aprofundada desse embate entre a biologia ligada a Lysenko e os geneticistas entre os anos 1950 e 1960, e suas ramificações na Academia de Ciências e no Partido Comunista, ver Ptushenko (2021).

métodos de administração automatizados, haveria uma organização mais eficiente e precisa dos processos econômicos na URSS. Apesar de inicialmente aceitas pela cúpula do partido, algumas críticas foram mal recebidas pelo Ministério da Defesa que, ressentido com o conteúdo das propostas, abriu um processo contra Kitov em 1961, no qual foi decidido o seu desligamento do Exército e do Partido Comunista (Kitova, Kitov, 2019).

A segunda veio por intermédio de um dos mais proeminentes pesquisadores soviéticos, o engenheiro Viktor Glushkov (1923-1982), o qual ofereceu o mais amplo e ambicioso projeto de criação de um sistema computacional na URSS, a partir da interligação de centros automatizados. Apresentadas inicialmente como Rede Estatal Unificada de Centros de Computadores (EGSVT, do nome em russo), posteriormente renomeadas Sistema Estatal de Gerenciamento Automatizado (Ogas), as informações produzidas nesses centros seriam trocadas via telefone ou por um rudimentar sistema digital que se assemelhava a uma espécie de correio eletrônico. O objetivo principal, segundo Glushkov, era que os dados administrativos e econômicos tivessem seu gerenciamento em papel substituído por meios digitais, ou seja, por computadores e seus *softwares*, sendo registrados e transferidos via cartão perfurado ou fitas magnéticas (Kitova, Kitov, 2019).

Apresentados originalmente em 1962, e em um primeiro momento bem recebidos pelo Partido Comunista, onde foram implantados preliminarmente nos anos 1960, os projetos acabaram abruptamente rejeitados em reunião com o Politburo¹² em 1970, por motivos não totalmente claros, porém, se especulou ter havido forte resistência do Ministério da Economia e de outros setores em ceder parte de seu poder e influência para o Ogas. Apesar de os projetos não terem sido totalmente descartados, apenas uma pequena parte do que foi proposto por Glushkov foi aproveitado nos anos seguintes (Peters, 2016).

O segundo desdobramento relaciona-se à cientometria, disciplina baseada no estudo de indicadores científicos que buscam desenvolver dados estatísticos da produção científica, em pesquisas que utilizam métodos ligados a análises de citações, buscando explicar ou identificar as relações entre pesquisadores, disciplinas ou campos científicos e que, a partir desses dados, pretende fazer prognósticos sobre o desenvolvimento das ciências (Santos Junior, 2016).

No que diz respeito ao prognóstico científico, o mesmo recebeu considerável atenção e suporte dentro do governo soviético. Na segunda metade dos anos 1960 foram realizados congressos sobre os estudos prognósticos da ciência culminando, em 1969, com a criação da Associação Soviética de Prognósticos Científicos (Sanp) (Santos Junior, 2016). O período entre 1966 e 1991 viu a produção de cerca de quinhentos livros e milhares de relatórios e artigos relacionados a esse campo de estudo, e a criação de seis grupos relacionados à (tentativas de) utilizações práticas desses relatórios, em atividade até meados da década de 1990. Apesar desse sucesso, a área teve problemas com o governo que, além de controlar as informações produzidas ou levantadas, agia com hostilidade e censura quando essas apresentavam resultados negativos ou que contradiziam os dados “oficiais” (Santos Junior, 2016).

Dois pesquisadores se destacaram nessa área, utilizando metodologias que foram aproveitadas tanto na URSS quanto na Rússia pós-comunista. O primeiro foi Igor *Bestuzhev-Lada* (1927-2015) que ofereceu complexos cálculos estatísticos com foco na criação de métodos de

12 Politicheske Byuro (Gabinete de Política), era o órgão executivo do Partido Comunista na URSS, substituído em 1994 pelo Parlamento russo (Duma).

futurologia na administração, economia e tecnologia. O segundo foi o filósofo e administrador *Georgy Shchedrovitsky* (1929-1994), que desenvolveu os “ciclos metodológicos”, reunindo centenas de pesquisadores nas universidades de Moscou, focando na união da informação, matemática e dados sociais e políticos para a criação de práticas e métodos de prognóstico científico (Rindzeviciute, 2015, 2016).

Apogeu, declínio e dispersão: a cibernética soviética nos anos 1960 e 1970

Conforme citado, o sucesso da cibernética na segunda metade dos anos 1960, apesar de oferecer considerável poder político, também apresentou problemas, pois o campo, ao ser inserido na realidade política soviética, em vários momentos foi usado contra desafetos ou críticos da disciplina.

Essa realidade atingiu um de seus principais teóricos, Lyapunov, que, não escondendo a decepção e ressentimento com o caminho trilhado pela disciplina, criticou, mais de uma vez, que a cibernética na URSS havia se perdido, se tornando uma “colcha de retalhos disciplinar”, na qual os limites de atuação estavam obscurecidos (o que soa irônico, visto que Lyapunov foi um dos principais apoiadores da expansão interdisciplinar da área). O pesquisador, no final da vida, se afastou dos seus populares seminários e evitou discutir sobre cibernética, se dedicando quase exclusivamente à computação (Gerovitch, 2004).

No fim dos anos 1960 e início dos 1970, o campo sofreu uma cisão entre pesquisadores que apoiaram essa nova abordagem mais expandida, se beneficiando com ascensão política e obtendo cargos em órgãos do partido, e outros que mantiveram uma postura independente e crítica, acusando a cibernética de virar mero títere governamental, com alguns sofrendo represálias por essa atitude. Autores importantes da área, como Igor Melchuk, Alexander Lerner e Valentin Turchin, partiram para o exílio durante os anos 1970, enquanto outros, de forma abrupta, mudaram suas pesquisas para diferentes áreas e institutos, escapando assim de perseguições internas. Muitas dessas polêmicas seriam representadas no bem-sucedido romance satírico *The Yawning Heights / Ziyayushchiye Vysoty* (1976) de Alexander Zinoviev, o qual, a partir da cidade científica fictícia de Ibansk, ridicularizou a panaceia na qual a cibernética acabou transformada (Leeds, 2016; Gerovitch, 2004).

Três abordagens identificam o ápice da inserção da cibernética na realidade científica soviética, mas que também, de formas diferenciadas, expuseram as contradições e ambiguidades que, por fim, fariam a disciplina cair em desuso.

A primeira veio do filósofo e jornalista Viktor Afanasiev (1922-1994). Em seus livros *A administração científica da sociedade* (1967) e *Informação social e o controle da sociedade* (1975), apresentou a cibernética ligada a uma “sociedade cientificamente controlada”. Em resumo, a cibernética se transformaria em um complexo “sistema analítico ferramental” cujo principal objetivo seria a manutenção da estabilidade econômica e social soviética. Essa “versão cibernética” permitiria que o sistema social funcionasse de forma eficiente sem modificar suas características principais. Em resumo, todas as atividades administrativas, desde a construção de uma fábrica ao estudo do comunismo, seguiriam por um ciclo de controle cibernético (Afanasiev, 1970; Gerovitch, 2004).

A segunda, ligada diretamente a uma “hibridização” da cibernética, veio dos trabalhos do sociólogo e filósofo georgiano Jermen Gvishiani (1928-2003). O autor, que ocupava cargos de prestígio na Academia de Ciências da URSS e em organismos internacionais, em trabalhos publicados a partir de 1966, alertava que a cibernética não deveria ter sua utilização somente focada em aspectos técnicos ou administrativos (Rindzeviciute, 2010).

A hibridização, segundo o pesquisador, se dividia em dois pontos principais: o primeiro ligado à realidade de planejamento econômico em que a área estava sendo inserida nos anos 1960 e 1970, porém com a computação tendo pouca utilização além do âmbito militar; e a segunda, de caráter semiótico, especulando se a linguística e análise sistemática poderiam ser aproveitadas pela cibernética, mesmo com críticas a essas abordagens (Rindzeviciute, 2010).

Como membro do Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados Iiasa (criado na Áustria em 1972 e um dos principais locais de troca científica entre os blocos capitalista e comunista), Gvishiani buscou colocar em prática suas ideias sobre a cibernética criando o Instituto de Pesquisas em Sistemas em 1976, uma espécie de filial soviética do Iiasa (Rindzeviciute, 2010).

Por fim, cita-se a “cibernética econômica” do economista bielorrusso Nikolay Veduta (1911-1998). Ligado à Academia de Ciências da Bielorrússia e diretor de organismos como o Instituto Central de Pesquisa em Técnica Administrativa, no qual organizou o primeiro sistema automatizado de controle de produção de fábricas, Veduta, em trabalhos no início dos anos 1970, propôs uma ambiciosa inserção da cibernética em uma “agência central de planejamento”, onde a produção, gerenciamento e organização econômica da União Soviética poderiam ser totalmente centralizadas e operacionalizadas (West, 2020).

As três visões, apesar de suas particularidades, compartilham duas características em comum.

A primeira é a visão vaga que esses conceitos acabaram apresentando, apesar de toda uma pretensa complexidade. “Hibridização”, “cibernética econômica” e “sociedade cientificamente controlada”, mesmo sugerindo, num primeiro momento, um amplo escopo de pesquisa e atuação, no fim pouco indicavam sobre como seriam postas em prática, ou qual seu real impacto no campo científico e econômico soviético. Essas visões de um campo que poderia centralizar e planejar de forma eficiente as atividades realizadas no país, apesar de tentadoras, emperraram por falta de maiores informações sobre como isso poderia ser feito.

A segunda é que essas análises aparentemente tentavam se adaptar à delicada realidade econômica em que a URSS se encontrava durante os anos 1960 e 1980, atrelada ao que foi chamado de “economia de comando”, marcada por amargos conflitos administrativos, obscuras práticas de barganha e uma competição informal dentro dos órgãos de governo e produtores de serviços.

Essa situação estimulou as principais propostas de criação de uma rede/sistema computadorizado que, de formas variadas, atenuariam as tensões e eliminariam os gargalos entre os serviços e produtos com os organismos estatais. As ideias apresentadas indicam uma realidade onde as questões econômicas seriam resolvidas a partir da cibernética. Contudo, essas abordagens também sofrem da falta de aprofundamento ou de visão estratégica sobre de que forma esses problemas seriam resolvidos.

Considerações finais

A presente pesquisa identificou os principais aspectos que marcaram a cibernética na URSS entre os anos 1930 e 1970, e as vertentes que serviram de base para a disciplina. Cita-se inicialmente, uma ambiguidade na forma em que a cibernética foi utilizada, transitando entre críticas agressivas e uma aceitação por vezes exagerada de suas teorias.

Essa ambiguidade mostra-se interessante ao comparamos a utilização da cibernética nos Estados Unidos onde, a partir do final dos anos 1940, foi regularmente produzida e utilizada e, mesmo caindo em desuso ou sendo adaptada e inserida em outras áreas a partir de 1970, seu papel de base teórica inicial na computação e na internet foi mantido (Lukasik, 2011).

Frisa-se também que, apesar dos ataques sofridos pela área na URSS entre 1951-1954 – que se mostraram confusos, desorganizados, e não tinham o aval da cúpula partidária –, esse conhecimento foi aproveitado discretamente por pesquisadores e engenheiros em projetos computacionais soviéticos (apesar de estudos sobre o impacto da área nesses projetos se mostrarem escassos), as obras de Wiener não sendo proibidas, e nenhum expurgo ou silenciamento ocorrendo com a disciplina. Se a cibernética sofreu danos com esses ataques, logo seriam esquecidos, em especial com o sucesso da computação em projetos ligados à indústria atômica e cosmonáutica na segunda metade dos anos 1950.

Contudo, indica-se também que, apesar de sua empolgada aceitação por órgãos científicos e em setores do Partido Comunista, a utilização da disciplina ou se mostrou confusa, englobando um escopo muito aquém de sua capacidade de análise, ou se tornou totalizante, imaginando-se que a disciplina teria influência no funcionamento de praticamente todos os setores administrativos e econômicos soviéticos, ou mostrando pouca influência política e limitações para decidir os rumos tecnológicos no país, em especial quando ocorreu a rejeição dos projetos de criação de redes de computadores na URSS nos anos 1960-1970, mesmo com o apoio de importantes nomes ligados à cibernética.

Com isso, verifica-se que se, por um lado, uma área sofrer críticas agressivas não significa seu total desuso ou rejeição – mesmo que sua utilização nos projetos computacionais no início dos anos 1950 tenha sido discreta – por outro lado, sua aclamação e sucesso não significou ausência de problemas, distorções ou uso problemático da disciplina por cientistas e organismos de pesquisa.

Referências bibliográficas

AFANASIEV, V. *Dirección científica de la sociedad: experimento de investigación en sistema*. Moscou: Editorial Progreso, 1970.

BARBARA, J.G. French neurophysiology between East and West: Polemics on Pavlovian heritage and reception of cybernetics. In: BARBARA, J.G.; SIROTNIKA, I.; DUPONT, J. *History of neurosciences in France and Russia: From Charcot and Sechenov to IBRO*. Paris: Hermann, 2011. p. 127-136.

BIENVENU, L.; SHAFER, G.; SHEN, A. Andrei Kolmogorov and Leonid Levin on randomness. In: MAZLIAK, L.; SHAFER,

- G. (orgs.) *The splendors and miseries of martingales*. Berlim: Springer, 2022. p. 405-414.
- FET, Y. From the history of Russian computer science. In: TATNALL, A. (org.). *Reflections on the history of computing: Preserving memories and sharing stories*, AICT-387. Berlim: Springer, 2012. p. 265-288.
- FIGES, O. *A tragédia de um povo: a Revolução Russa, 1891-1924*. Rio de Janeiro: Record, 1999.
- FONSECA FILHO, C. *História da computação: o caminho do pensamento e da tecnologia*. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2007.
- GEROVITCH, S. "Russian Scandals": Soviet readings of American cybernetics in the early years of the Cold War. *Russian Review*, v. 60, p. 545-568, 2001.
- GEROVITCH, S. Love-hate for man-machine metaphors in Soviet physiology: From Pavlov to "physiological cybernetics". *Science in Context*, v. 15, n. 2, p. 339-374, 2002.
- GEROVITCH, S. *From newspeak to cyberspeak: A history of Soviet cybernetics*. Cambridge: MIT Press, 2004.
- GEROVITCH, S. The man who invented modern probability: Chance encounters in the life of Andrei Kolmogorov. *Nautilus*, 12 ago. 2013. Disponível em: <https://nautil.us/the-man-who-invented-modern-probability-934/> Acesso em: 3 ago. 2022.
- HAIGH, T.; CERUZZI, P. *A new history of modern computing*. Cambridge: MIT Press, 2021.
- KITOVA, O.; KITOV, V. Anatoly Kitov and Victor Glushkov: Pioneers of Russian digital economy and informatics. In: LESLIE, C.; SCHMITT, M. (orgs.) *Histories of computing in Eastern Europe: IFIP World Computer Congress, WCC 2018*. Berlim: Springer, 2019. p. 99-117.
- KOJEVNIKOV, A. Rituals of Stalinist culture at work: Science and the games of intra-party democracy circa 1948. *The Russian Review*, v. 57, p. 25-52, 1998.
- KOLMAN, A. The adventure of cybernetics in the Soviet Union. *Minerva*, v. 16, n. 3, p. 416-424, 1978.
- KOLMAN, E. La cibernética. *Cuadernos de Cultura*, v. 28, p. 80-103, 1957.
- KOLMOGOROV, A.N. On the shannon theory of information transmission in the case of continuous signals. *IRE Transactions on Information Theory*, v. 2, n. 4, p. 102-108, 1956.
- LEEDS, A. Dreams in cybernetic fugue: Cold War technoscience, the intelligentsia, and the birth of Soviet mathematical economics. *Historical Studies in the Natural Sciences*, v. 46, n. 5, p. 633-668, 2016.
- LUKASIK, S.J. Why the Arpanet was built. *IEEE Annals of the History of Computing*, v. 33, p. 4-20, 2011.
- MINDELL, D.; SEGAL, J.; GEROVITCH, S. Cybernetics and information theory in the United States, France and the Soviet Union. In: WALKER, M. (org.). *Science and ideology: a comparative history*. Londres: Routledge, 2003. p. 66-95.
- PAVLOV, I.; SKINNER, B. *Os pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- PECI, A. Taylorism in the Socialism that really existed. *Organization*. v. 16, n. 2, p. 289-301, 2009.
- PETERS, B. Betrothal and betrayal: The Soviet translation of Norbert Wiener's early cybernetics. *International Journal of Communication*, v. 2, p. 66-80, 2008.
- PETERS, B. Normalizing Soviet cybernetics. *Information & Culture*, v. 47, n. 2, p.145-175, 2012.
- PETERS, B. The Soviet InterNyet. *Aeon*, 17 out. 2016. Disponível em: <https://aeon.co/users/benjamin-peters> Acesso em: 3 mar. 2023.
- PIPES, R. *Russia under the Bolshevik regime*. New York: Vintage, 1995.
- PROKHOROV, S. The struggle against cybernetics in the USSR and its influence on the production of computers. In: [International Conference on Engineering Technologies and Computer Science \(EnT\)](#), 2018, Moscou. *Proceedings...* Moscou: IEEE Computer Services, 2018. p.69-73.
- PTUSHENKO, V. The pushback against state interference in science: How Lysenkoism tried to suppress genetics and

- how it was eventually defeated. *Genetics*, v. 219, n. 4, p. 1-12, 2021.
- ROBERTS, A. *A verdadeira história da ficção científica: do preconceito à conquista das massas*. São Paulo: Seoman, 2018.
- RINDZEVICIUTE, E. Purification and hybridisation of Soviet cybernetics: The politics of scientific governance in an authoritarian regime. *Archiv für Sozialgeschichte*, v. 50, p. 289-309, 2010.
- RINDZEVICIUTE, E. The future as an intellectual technology in the Soviet Union: From centralised planning to reflexive management. *Cahiers du Monde Russe*, v. 56, n. 1, p. 111-134, 2015.
- RINDZEVICIUTE, E. The struggle for the Soviet future: A birth of scientific forecasting in the Soviet Union. *Slavic Review*, v. 75, n. 1 p. 52-76, 2016.
- SANTOS JUNIOR, R.L. Análise histórica da evolução e desenvolvimento dos campos da ciência e da tecnologia na antiga União Soviética e Rússia (1917-2010). *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 5, p. 279-296, 2012.
- SANTOS JUNIOR, R.L. Nos primórdios da informática: estudo sobre a construção dos primeiros computadores eletrônicos digitais nos Estados Unidos e União Soviética. In: *Semana de História Política*, 10., 2015, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: PPGH/Uerj, 2015. v. 1. p. 2566-2575.
- SANTOS JUNIOR, R.L. *Metrias da comunicação e informação científicas e a contribuição dos pesquisadores da União Soviética e Rússia*. Jundiaí: Paco, 2016.
- SARAPIK, V. Cybernetics and semiotics: The taming of the shrew, or contacts with 1960s Soviet Abstractionism. *Kunstiteaduslikke Uurimusi*, v. 29, n. 1-2, p. 59-86, 2020.
- SEMONOV, A.; VARDANYAN, V.; VISHINYAKOV, Y.; GUKASOV, I.; RUDCHENKO, T.; UVAROV, A. Axel Berg's legacy in cybernetics and education: From the Council on Cybernetics to Axel Berg Institute. In: International Conference "History of computing in the Russia, former Soviet Union and Council for Mutual Economic Assistance countries (SORUCOM)", 5., 2020, Moscou. *Proceedings...* Moscou: Moscow Higher School of Economics, 2020. p. 152-157.
- SHILOV, V. Reefs of myths: Towards the history of cybernetics in the Soviet Union. In: International Conference on Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union, 3., 2014, Cazã. *Proceedings...* Cazã: Kazan National Research Technical University, 2014. p. 177-182.
- TATARCHENKO, K.; YERMAKOVA, A.; DE MOL, L. Russian logics and the culture of impossible: Part 1. Recovering intelligentsia logics. *IEEE Annals of the History of Computing*, v. 43, n. 4, p. 43-56, 2021a.
- TATARCHENKO, K.; YERMAKOVA, A.; DE MOL, L. Russian logics and the culture of impossible: Part 2. Reinterpreting algorithmic rationality. *IEEE Annals of the History of Computing*, v. 43, n. 4, p. 57-69, 2021b.
- TEIXEIRA, N.N.; FERREIRA, L.D.D. Análise da confiabilidade de redes geodésicas. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 9, n. 2, p. 199-216, 2003.
- VIANNA, M.; PEREIRA, L.A.; PEROLD, C. (orgs.). *Histórias da informática na América Latina: reflexões e experiências* (Argentina, Brasil e Chile). Jundiaí: Paco, 2022.
- VUCINICH, A. Soviet mathematics and dialectics in the post-Stalin Era: New horizons. *Historia Mathematica*, v. 29, p. 13-39, 2002.
- WEST, D.K. Cybernetics for the command economy: Foregrounding entropy in late Soviet planning. *History of the Human Sciences*, v. 33, n. 1, p.36-51, 2020.
- ZAMIATIN, I. *Nós*. São Paulo: Aleph, 2017.

Recebido em janeiro de 2023

Aceito em abril de 2023