

REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS COMO MUDANÇA DE PROGRAMA: DIÁLOGOS ENTRE NIKLAS LUHMANN E THOMAS S. KUHN

NEVES, Fabrício

Professor do Depto. de Sociologia (UNB). Pesquisador Bolsista de produtividade 1D (CNPq). Graduado em Ciências Sociais e Mestre em Políticas Sociais (Univ. Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro). Doutor em Sociologia (UFRGS). Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Chefe do Depto. de Sociologia (UNB). Pesquisador do Centro de Estudios de la Circulación del Conocimiento (CECIC/UNCUYO /AR) e Líder do Grupo TATA-Conhecimentos, Ciências e Tecnologias (CNPq).
fabricio.neves@unb.br
orcid.org/0000-0002-2886-0577



Resumo

O presente artigo examina as relações entre a teoria da ciência de Niklas Luhmann, formulada em *Die Wissenschaft der Gesellschaft* (1990), e o modelo de revoluções científicas proposto por Thomas S. Kuhn em *The Structure of Scientific Revolutions* (1962). A hipótese central é que o fenômeno descrito por Kuhn como "revolução científica" pode ser reinterpretado, a partir da teoria dos sistemas, como uma mudança nos programas do sistema científico, sem que o código binário verdadeiro/falso seja afetado. Argumenta-se que Luhmann não ignora o debate kuhniano, mas o reabsorve em uma teoria mais ampla da diferenciação funcional, ganhando em precisão conceitual ao custo de certo distanciamento em relação à história da ciência. O artigo mobiliza os conceitos de autopoiese, código, programa, observação de segunda ordem e acoplamento estrutural para demonstrar como a perspectiva sistêmica oferece recursos para a compreensão da descontinuidade histórica da ciência sem recorrer à incomensurabilidade ou à psicologia das comunidades científicas.

Palavras-chave

Luhmann; Kuhn; teoria dos sistemas; revoluções científicas; mudança de programa; código verdadeiro/falso.

Submetido em: 04/05/2026

Autor convidado

SCIENTIFIC REVOLUTIONS AS A CHANGE OF PROGRAM: DIALOGUES BETWEEN NIKLAS LUHMANN AND THOMAS S. KUHN

Abstract

This article examines the relationship between Niklas Luhmann's theory of science, as formulated in *Die Wissenschaft der Gesellschaft* (1990), and the model of scientific revolutions proposed by Thomas S. Kuhn in *The Structure of Scientific Revolutions* (1962). The central hypothesis is that the phenomenon described by Kuhn as a "scientific revolution" can be reinterpreted, from the perspective of systems theory, as a change in the programs of the scientific system, without affecting the true/false binary code. It is argued that Luhmann does not ignore the Kuhnian debate, but rather reabsorbs it into a broader theory of functional differentiation, gaining conceptual precision at the cost of a certain distancing from the history of science. The article draws on the concepts of autopoiesis, code, program, second-order observation, and structural coupling to demonstrate how the systems perspective offers resources for understanding the historical discontinuity of science without resorting to incommensurability or the psychology of scientific communities.

Keywords

Luhmann; Kuhn; systems theory; scientific revolutions; paradigm shift; true/false code.

1 INTRODUÇÃO

O problema da descontinuidade histórica da ciência ocupa posição central no debate epistemológico do século XX. Desde a publicação de *The Structure of Scientific Revolutions*, em 1962, a obra de Thomas S. Kuhn tornou-se referência para qualquer abordagem que pretenda compreender a dinâmica da produção do conhecimento científico. O conceito de paradigma, a noção de ciência normal e o mecanismo da revolução científica transformaram o campo da filosofia e da sociologia da ciência, gerando décadas de debate sobre a natureza da racionalidade, da objetividade e do progresso científico.

O debate sobre a revolução científica, contudo, precede a obra de Kuhn e possui uma história intelectual própria que é necessário reconhecer. Foi Alexandre Koyré quem, com as *Études Galiléennes* (1939), inaugurou a abordagem historiográfica que concebe a transição científica do século XVII como uma ruptura intelectual de fundo, e não como mero acúmulo de descobertas empíricas (Koyré, 1939). Para Koyré, o que caracterizou a revolução científica moderna foi essencialmente uma transformação na concepção do universo: a destruição do cosmos aristotélico e a geometrização do espaço, processos nos quais a experiência sensível cedeu lugar à matematização da natureza. Essa perspectiva é desenvolvida em *From the Closed World to the Infinite Universe*, onde Koyré (1957) demonstra que a passagem do mundo fechado ao universo infinito implicou uma reconfiguração radical dos próprios fundamentos conceituais pelos quais os praticantes da ciência moderna compreendiam a realidade natural. A influência de Koyré sobre Kuhn foi direta e reconhecida pelo próprio autor de *The Structure of Scientific Revolutions*: a ênfase nas rupturas conceituais, em contraposição à narrativa positivista de progresso linear, constitui o fio condutor que liga as duas perspectivas.

A virada social na história e filosofia da ciência, que se consolidou nas décadas de 1970 e 1980, deslocou o eixo do debate. Se Koyré e Kuhn privilegiavam as ideias e os

compromissos conceituais das comunidades científicas, o Programa Forte de sociologia do conhecimento científico — formulado por David Bloor e Barry Barnes — propôs que o conhecimento científico deveria ser explicado causalmente pelas mesmas condições sociais que explicam qualquer outra crença, sem assimetria entre o que é considerado verdadeiro e o que é considerado falso (Barnes, 1982). Essa posição radicalizou as implicações do argumento kuhniano da incomensurabilidade, ao tratar a escolha entre paradigmas como determinada por fatores sociais, políticos e institucionais, e não apenas por razões epistêmicas internas à comunidade científica. O debate entre internalismo e externalismo — entre os que explicam a ciência a partir de suas dinâmicas intelectuais próprias e os que a explicam a partir de condicionantes externas — tornou-se, assim, uma das tensões constitutivas do campo que viria a se denominar Estudos Sociais da Ciência.

É nesse contexto de acumulação e revisão historiográfica que se situa a obra de Steven Shapin. Em *The Scientific Revolution*, Shapin (1996) abre com a proposição aparentemente paradoxal de que não houve tal coisa como a revolução científica — e de que seu livro trata justamente dela. O argumento não é de negação pura, antes, trata-se de uma intervenção desconstrutiva que questiona tanto a unidade do conceito de “ciência” nos séculos XVI e XVII quanto a adequação do termo “revolução” para descrever um processo que foi heterogêneo, disputado e repleto de continuidades com tradições anteriores. Shapin mostra que os próprios praticantes da época não usavam essa categoria para descrever o que faziam, e que a ideia de uma ruptura fundadora foi construída retroativamente por historiadores do século XX — entre os quais o próprio Koyré. Ao situar o conhecimento científico como prática social historicamente localizada, constituída por relações de confiança, autoridade e credibilidade, Shapin oferece uma síntese que, sem dissolver a especificidade intelectual da ciência, recusa qualquer narrativa que a abstraia de suas condições históricas e sociais de produção. O debate que se estende de Koyré a Shapin

delimita, assim, o horizonte problemático no qual a obra de Kuhn ganhou sua importância e no interior do qual o diálogo com Luhmann, que este artigo propõe, adquire seu sentido.

A teoria dos sistemas de Niklas Luhmann, em especial sua obra sobre a ciência como sistema social, oferece um contraponto de natureza distinta. Luhmann não se situa na tradição da filosofia da ciência, mas na sociologia dos sistemas funcionais da sociedade. Sua pergunta não é "como a ciência produz conhecimento verdadeiro?", mas "como o sistema científico opera, se reproduz e se diferencia dos demais sistemas da sociedade?". Essa diferença de perspectiva não implica ignorância do debate epistemológico, pelo contrário, Luhmann dialoga, de forma crítica e produtiva, com Kuhn, Popper, Fleck e outros, incorporando o debate sobre as revoluções científicas dentro de uma teoria mais ampla.

O objetivo deste artigo é analisar esse diálogo partindo-se da hipótese de que a noção Luhmanniana de mudança de programa pode funcionar como resposta sistêmica ao que Kuhn chamou de mudança de paradigma. Enquanto Kuhn descreve a revolução científica como a substituição de um paradigma por outro, marcada pela incomensurabilidade entre os dois sistemas de referência e pela impossibilidade de tradução entre eles, Luhmann oferece uma explicação que preserva a continuidade operacional do sistema científico. Em Kuhn, a ruptura paradigmática atinge os próprios critérios de validade: o que conta como evidência, como problema legítimo e como solução aceitável se transforma junto com o paradigma, ameaçando a identidade do empreendimento científico. Em Luhmann, por contraste, o código binário verdadeiro/falso permanece estável como condição formal de possibilidade da comunicação científica; o que muda são os programas — as teorias e os métodos que orientam a aplicação do código em casos concretos. Essa distinção é decisiva: enquanto em Kuhn a revolução implica descontinuidade no nível dos fundamentos, em Luhmann a transformação programática é o mecanismo pelo qual o sistema científico processa internamente sua própria contingência sem interromper sua autopoiese.

A investigação está organizada da seguinte forma. Na segunda seção, apresenta-se a teoria da ciência de Luhmann, com ênfase nos conceitos de autopoiese, código, programa e observação de segunda ordem. Na terceira seção, reconstrói-se o modelo kuhniano, de modo a identificar os pontos que serão retomados no diálogo. Na quarta seção, exploram-se as convergências e as tensões entre as duas perspectivas, com foco na relação entre mudança de programa e mudança de paradigma. Na quinta seção, avaliam-se as contribuições e os limites de cada abordagem. A conclusão sintetiza os achados e aponta perspectivas para pesquisas futuras.

2 A TEORIA DA CIÊNCIA EM LUHMANN

2.1 O sistema científico como sistema autopoietico

A teoria dos sistemas de Luhmann parte de uma distinção de base, qual seja, a distinção entre sistema e ambiente. Todo sistema social opera por meio de comunicações e se constitui através da diferença em relação ao que ele não é. O sistema científico, por essa lente, se constitui como um subsistema da sociedade com diferenciação funcional, operações, código e programas próprios (Luhmann, 1996, p. 14).

O conceito de autopoiese assume protagonismo conceitual nessa arquitetura teórica. Tomado de empréstimo da biologia de Humberto Maturana e Francisco Varela e adaptado para a teoria social, designa a capacidade de um sistema de produzir e reproduzir a si mesmo por meio de suas operações próprias. No caso do sistema científico, como um sistema social, a operação elementar é a comunicação científica, ou seja, a produção de publicações, teorias, experimentos e revisões que remetem a outras comunicações do mesmo sistema. O sistema científico existe enquanto essa rede de comunicações se reproduz; ele não existe fora de suas operações (Luhmann, 1995, p. 36-37).

A autopoiese implica fechamento operacional e, nesse sentido, o sistema científico, ao contrário de teorias sistêmicas de sistemas abertos, não operaria por meio de *inputs* do ambiente que seriam transformados em *outputs*. O ambiente mais amplo onde se insere o sistema científico pode irritar o sistema, mas não pode determiná-lo. A resposta do sistema a uma irritação é sempre produzida segundo as regras internas do próprio sistema. Isso não significa que o sistema seja indiferente ao ambiente: o acoplamento estrutural com outros sistemas (como a economia, a política e o sistema de ensino) permite que perturbações do ambiente adquiram relevância interna, mas somente se essa relevância for processada é determinada pelo sistema, não pelo ambiente (Luhmann, 1996, p. 91-92). Há, portanto, fechamento operacional, mas também abertura cognitiva: o sistema científico produz formas particulares de observar outros sistemas e seu ambiente mais amplo.

É por meio do fechamento operacional, do reforço de sua própria estrutura no tempo de sua comunicação, que o sistema produz sua identidade, por meio de seu código. O código é uma forma com dois lados, no caso da ciência, os valores verdadeiro e falso é o código que lhe garante identidade. Toda comunicação que pertence ao sistema científico pode, em princípio, ser marcada com um desses dois valores. Comunicações que não podem ser avaliadas segundo esse código pertencem a outro sistema ou ao ambiente da ciência (Luhmann, 1996, p. 167-169).

O código é operacionalmente fechado, já que o sistema científico não importa valores de outros sistemas para determinar o que é verdadeiro ou falso. A verdade científica não é determinada por decisões de política, por interesse econômico ou por julgamentos de estética. Mas, deve-se ter claro, ao menos no plano dos valores do código.

Nessa caracterização da ciência por Luhmann, é necessário distinguir o código dos programas. O código é a estrutura invariante: verdadeiro/falso é o código da ciência em qualquer momento de sua história moderna. Os programas, ao contrário, são as estruturas que orientam a aplicação do código em situações concretas. Teorias e métodos são

programas: eles definem o que conta como observação, o que constitui uma prova, quais perguntas são pertinentes, como se avalia uma hipótese (Luhmann, 1996, p. 195). Os programas são contingentes porque podem ser substituídos sem que o código seja afetado. Como ressaltam Rodrigues e Neves (2017, p. 89-94), é precisamente essa dupla estrutura — invariância do código e substitutibilidade dos programas — que confere à teoria dos sistemas sua capacidade de dar conta tanto da identidade operacional de sistemas sociais em geral, e da ciência em particular, quanto de sua historicidade, sem que uma comprometa a outra.

1.2 Programas e a contingência da ciência

A noção de programa é central para a compreensão Luhmanniana da história da ciência. Ao contrário do código, os programas não possuem caráter transcendental, eles são construções históricas, produzidas pelo próprio sistema, revisáveis e substituíveis. Um programa equivocado não ameaça o código: significa que o sistema produziu comunicações que serão posteriormente classificadas como falsas ou como não científicas. A contingência dos programas é, portanto, uma característica constitutiva do sistema científico, não uma falha.

Essa distinção permite a Luhmann explicar o que Kuhn chama de descontinuidade histórica da ciência sem recorrer à incomensurabilidade ou à irracionalidade, como de resto o segundo autor tende a fazer. O que parece uma ruptura do ponto de vista da história é, do ponto de vista sistêmico, uma mudança de programas: as teorias que orientavam a aplicação do código são substituídas por outras, mas o código permanece intacto. Isso implica uma distinção de fundo em relação ao que propõe Kuhn: para ele, a revolução científica atinge os próprios critérios pelos quais o sistema avalia suas comunicações — o que conta como evidência válida, como problema legítimo, como solução aceitável. Para

Luhmann, esses critérios pertencem ao nível dos programas, não do código; por isso podem mudar sem que a identidade operacional do sistema seja comprometida. A ciência pós-revolucionária continua a produzir comunicações orientadas pelo valor verdadeiro/falso; o que se altera é o conjunto de condições programáticas que governa essa distinção (Luhmann, 1996, p. 424-426).

Luhmann articula esse processo por meio das noções de variação, seleção e re-estabilização, operações constitutivas da evolução dos sistemas sociais gerais. No sistema científico, em específico, a variação ocorre quando novas comunicações divergem dos programas vigentes e estáveis na comunicação. A seleção opera quando algumas dessas variações são retidas e tornam-se candidatas a novos programas. Finalmente, a re-estabilização é o processo pelo qual o novo programa se generaliza e passa a orientar as operações do sistema amplamente. Esse quadro permite compreender a mudança sem pressupor um sujeito coletivo que delibera sobre ela, ou ainda, remetendo a “experimentos exemplares”, como aliás, faz Kuhn.

É importante nesse ponto inserir o conceito de observação de segunda ordem. Para Luhmann (1990), observar é fazer distinções e toda observação utiliza um esquema de distinções para tornar o mundo visível. Enquanto a observação de primeira ordem dirige-se diretamente ao objeto, a observação de segunda ordem observa como outros observam, tornando visível o ponto cego de cada observador (Luhmann, 1990, p. 68-69), ou seja, aquilo que permanece não observado por ele. A ciência na sociedade de Luhmann é um sistema especializado em observação de segunda ordem. Ela não apenas produz conhecimento sobre o mundo, mas, e esse é o ponto em uma observação que derive da sociologia da ciência, observa como o conhecimento é produzido, tornando seus próprios métodos e pressupostos objeto de reflexão. Com base nesse entendimento, a ciência cria a própria semântica sobre si mesmo.

3 O MODELO KUHNIANO DE REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS

3.1 Paradigma e ciência normal

Em *The Structure of Scientific Revolutions*, Kuhn propõe que o desenvolvimento científico não é linear ou cumulativo, mas se estrutura em ciclos de ciência normal e revolução. O conceito de paradigma designa o conjunto de realizações científicas que uma comunidade reconhece como fundamento de sua prática: exemplos de resolução de problemas, instrumentos, valores e crenças compartilhadas que orientam a pesquisa (Kuhn, 1996, p. 10-11).

A ciência normal é a atividade de resolver quebra-cabeças dentro do paradigma vigente. O cientista que pratica ciência normal não questiona os fundamentos do paradigma, ele os assume como dados e se dedica a ampliar o alcance e a precisão das realizações que o paradigma possibilitou. O paradigma fornece os critérios para a seleção de problemas pertinentes, os instrumentos de resolução e os padrões de avaliação dos resultados (Kuhn, 1996, p. 24-34).

A noção de paradigma passou por revisões ao longo da obra de Kuhn. No posfácio de 1969, o autor distingue dois sentidos: o paradigma como "matriz disciplinar" (o conjunto de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade) e o paradigma como "exemplar" (as soluções de problemas concretos que servem de modelo para a prática científica). Essa distinção atende a críticas formuladas por Margaret Masterman, que identificou sentidos múltiplos do termo na obra de 1962 (Masterman, 1970, p. 59-89)¹.

1 Masterman identificou ao menos 21 sentidos distintos do termo "paradigma" na obra de 1962 e os agrupou em três categorias: metaparadigmas (cosmovisões filosóficas), paradigmas sociológicos (conjuntos de hábitos e práticas de uma comunidade) e paradigmas artefactuais (instrumentos concretos de resolução de problemas). A crítica de Masterman foi decisiva para que Kuhn, no Posfácio de 1969, reformulasse a noção de paradigma e introduzisse a distinção entre "matriz disciplinar" e "exemplar".

3.2 Anomalia, crise e revolução

O desenvolvimento da ciência normal não é sem obstáculos: em algum momento, o paradigma começa a produzir anomalias, isto é, fenômenos que resistem à assimilação pelos instrumentos conceituais disponíveis. Anomalias são comuns e, em geral, não perturbam o funcionamento da ciência normal. O cientista tende a atribuí-las a falhas instrumentais, a limitações do pesquisador ou a problemas de formulação. O paradigma é protegido por um conjunto de suposições auxiliares que absorvem as anomalias sem comprometer o núcleo do programa de pesquisa (Kuhn, 1996, p. 77-80).

A crise se instala quando a proliferação de anomalias não resolvidas atinge um patamar que abala a confiança da comunidade científica no paradigma. A crise é vivida como um estado de insegurança: os praticantes percebem que os instrumentos disponíveis não são suficientes para resolver os problemas que se acumulam. Nesse estado, surge a possibilidade de alternativas ao paradigma vigente. A crise não conduz necessariamente à revolução: pode ser encerrada pela descoberta de uma solução para a anomalia dentro do paradigma, pelo abandono do problema ou pela emergência de um novo candidato a paradigma (Kuhn, 1996, p. 81-91).

A revolução científica ocorre quando a comunidade substitui o paradigma vigente por um novo, que não é compatível com o anterior. A mudança não é uma ampliação do paradigma antigo, mas uma substituição: o novo paradigma reformula os problemas, os critérios de resolução e os padrões de avaliação. A revolução tem, assim, uma dimensão que vai além do acúmulo de conhecimento, ela redefine o que conta como ciência, o que conta como problema e o que conta como solução.

Da redefinição paradigmática emerge o problema da incomensurabilidade, um dos elementos mais debatidos da filosofia da ciência do século XX. Kuhn argumenta que paradigmas concorrentes são, em certo sentido, impossíveis de comparar, já que eles não

compartilham um conjunto de problemas, critérios e padrões que possibilite uma avaliação neutra. A escolha entre paradigmas não pode ser decidida por argumentos de ordem exclusivamente lógica ou por apelo a dados observacionais, envolvendo também fatores de ordem social, psicológica e histórica (Kuhn, 1996, p. 148-150).

A incomensurabilidade, no entanto, não implica irracionalidade. Kuhn não sustenta que a escolha entre paradigmas seja arbitrária. Mas sustenta que não existe um algoritmo neutro para essa escolha. Os cientistas que adotam o novo paradigma o fazem por um conjunto de razões que inclui considerações de simplicidade, fecundidade, coerência e correspondência com as expectativas da comunidade. Essas razões são de natureza racional, mas não são conclusivas no sentido de uma prova de lógica.

O modelo kuhniano foi objeto de críticas de perspectivas distintas. Imre Lakatos propôs o conceito de "programa de pesquisa" como alternativa ao paradigma, argumentando que a história da ciência pode ser reconstruída de forma mais racional do que Kuhn sugere. Um programa de pesquisa consiste em um núcleo de hipóteses, protegido por um "cinturão protetor" de hipóteses auxiliares. A substituição do cinturão protetor constitui o progresso da ciência normal; a substituição do núcleo corresponde ao abandono do programa. Para Lakatos, a racionalidade da ciência pode ser reconstruída sem recorrer à psicologia das comunidades científicas (Lakatos, 1978).

Paul Feyerabend, em sentido oposto, radicalizou as implicações do argumento kuhniano, sustentando que a história da ciência mostra que não existe método científico único e que a pluralidade de perspectivas é constitutiva do progresso do conhecimento. Já Larry Laudan propôs o conceito de "tradições de pesquisa" e criticou a noção de incomensurabilidade, argumentando que é possível comparar teorias rivais por seus méritos na resolução de problemas, sem pressupor um ponto de vista neutro (Laudan, 1977). Essas críticas revelam que o debate sobre as revoluções científicas continua a produzir ramificações na epistemologia e na filosofia da ciência.

4 DIÁLOGOS E TENSÕES

A leitura comparativa das duas perspectivas postas em tela revela convergências de fundo que tornam o diálogo produtivo. Em primeiro lugar, tanto Luhmann quanto Kuhn rejeitam a concepção da ciência como processo linear de acúmulo de verdades. Para Kuhn, a descontinuidade é constitutiva do desenvolvimento científico da mesma forma que para Luhmann, a contingência dos programas é uma característica estrutural do sistema, não uma imperfeição. Em ambos os casos, a história da ciência não pode ser narrada como uma progressão sem rupturas em direção a uma verdade de caráter absoluto.

Em segundo lugar, ambos atribuem papel central à comunidade ou ao coletivo na produção do conhecimento científico. Para Kuhn, a comunidade científica é o sujeito coletivo que define e aplica o paradigma; sem comunidade, não há paradigma. Para Luhmann, embora comunidade ou coletivo não seja de seu uso corrente, as comunicações científicas pressupõem e reconstituem continuamente a identidade do sistema por meio da rede de comunicações que compõe o sistema. Nesse ponto, Luhmann e Kuhn partilham uma orientação de natureza sociológica que os distingue de perspectivas mais centradas no sujeito individual da filosofia e história da ciência tradicionais.

Em terceiro lugar, ambos reconhecem que a ciência possui mecanismos de seleção que não se reduzem à lógica formal. Para Kuhn, a escolha entre paradigmas é orientada por valores e práticas que não podem ser reduzidos a um algoritmo. Para Luhmann, os programas do sistema são selecionados por processos de condensação e confirmação internos ao sistema, que envolvem não apenas a correspondência com os dados (produzidos pelo próprio sistema!), mas também a coerência com outros programas e a compatibilidade com as expectativas do sistema (Luhmann, 1996, p. 204-206).

No entanto, as convergências não apagam as tensões. A primeira e mais profunda tensão diz respeito à relação entre contingência e racionalidade. Para Kuhn, a

incomensurabilidade entre paradigmas levanta dúvidas sobre a racionalidade da ciência, já que a escolha entre paradigmas não pode ser decidida por argumentos neutros, a ciência não parece mais racional do que outros empreendimentos humanos. Para Luhmann, a questão da racionalidade é deslocada: o sistema científico opera com seu próprio código, e a "racionalidade" da ciência é uma função interna do sistema, não uma propriedade que pode ser avaliada de fora. É a própria processualidade comunicativa que produz seus próprios critérios de racionalidade, daí o estranhamento do ambiente científico em relação aos produtos científicos.

A segunda tensão concerne ao papel da comunidade científica. Em Kuhn, a comunidade é o sujeito da ciência: ela define o paradigma, reconhece as anomalias, declara a crise e adota o novo paradigma. Essa concepção atribui à comunidade uma espécie de agência coletiva que pode ser vista como dependente de fatores sociais. Em Luhmann, não há sujeito coletivo: o sistema opera por meio de comunicações, e as pessoas (os cientistas) pertencem ao ambiente do sistema, não ao sistema. A questão da agência é, assim, dissolvida na teoria dos sistemas: o que importa não é quem decide, mas como o sistema processa as comunicações (Luhmann, 1995, p. 256-257), consolidando em sua processualidade temporalizada, sentidos, ao tempo que lida com a própria dissolução.

5 A MUDANÇA DE PARADIGMA COMO MUDANÇA DE PROGRAMA

O ponto de maior interesse do diálogo entre Luhmann e Kuhn está na possibilidade de reinterpretar a mudança de paradigma como mudança de programa. Essa reinterpretação que se propõe aqui não é uma simples tradução de vocabulário, mas uma transformação da própria questão de revolução científica.

Para Kuhn, a revolução científica envolve uma mudança que vai ao núcleo dos compromissos da comunidade científica. A incomensurabilidade sugere que, após a

revolução, o novo paradigma não pode ser avaliado pelos critérios do antigo. Há ruptura, não apenas de programas, mas de algo mais profundo, a saber, nos critérios de avaliação, os problemas pertinentes, os padrões de resolução.

Para Luhmann, o código permanece após uma revolução científica, e isso é importante para o argumento aqui. A ciência continua a operar com o código verdadeiro/falso como condição formal de toda comunicação científica. A física newtoniana e a física einsteineana partilham esse código; o que muda são os programas que orientam sua aplicação. Aqui reside o ponto decisivo da reinterpretação, quer-se dizer, o que Kuhn descreve como incomensurabilidade — a transformação radical dos critérios de validade, dos problemas pertinentes e dos padrões de avaliação — corresponde, na perspectiva Luhmanniana, a uma mudança no nível dos programas, não do código. Os cientistas que abandonam a mecânica newtoniana e adotam a relatividade geral continuam realizando a mesma operação binária fundamental; o que se altera é o conjunto de condições programáticas que orienta onde, como e a partir de quais premissas essa distinção é aplicada. A mudança programática é, portanto, a forma pela qual o sistema científico processa internamente sua própria contingência, não uma ameaça à sua identidade operacional, mas o mecanismo normal de sua evolução.

Essa reinterpretação tem consequências de relevo. Em primeiro lugar, ela dissolve o paradoxo da incomensurabilidade porque se o código permanece, a comunicação entre defensores de paradigmas distintos é possível, ainda que difícil. A dificuldade de comunicação não deriva de uma impossibilidade de ordem lógica, mas da diferença entre programas. Em segundo lugar, ela preserva a continuidade operacional do sistema, explicando por que a ciência não colapsa durante as revoluções, já que o sistema continua a produzir comunicações orientadas pelo código, mesmo durante a crise e a transição.

A noção Luhmanniana de variação, seleção e re-estabilização oferece um quadro para compreender o processo que Kuhn descreve. A crise kuhniana seria um momento de

variação ampliada quando o sistema produz comunicações que divergem dos programas vigentes. A revolução seria um processo de seleção em que, entre as variações, algumas são selecionadas e tornam-se candidatas a novos programas. A re-estabilização seria o momento em que o novo programa é generalizado e adotado como referência pelo sistema. Nesse quadro, o processo é compreendido em termos de operações do sistema, sem necessidade de recorrer à psicologia das comunidades científicas.

A perspectiva de Luhmann não apenas reinterpreta Kuhn, mas acrescenta dimensões que o modelo kuhniano não contempla. A noção de observação de segunda ordem permite compreender a ciência como um sistema que não apenas produz conhecimento, mas observa como o conhecimento é produzido. O debate sobre as revoluções científicas é, nessa perspectiva, uma forma de observação de segunda ordem, em que a ciência observa suas próprias condições de possibilidade.

A semântica das revoluções científicas é um campo de análise que emerge dessa perspectiva. As categorias que Kuhn introduz (paradigma, ciência normal, anomalia, revolução) funcionam como formas de descrição que a sociedade elabora para compreender a ciência. Essas formas de descrição têm efeitos sobre o sistema quando os cientistas começam a descrever sua situação em termos de "crise" e de "necessidade de revolução", essa descrição orienta o comportamento do sistema. A semântica não é apenas uma representação do que acontece; ela participa da constituição do que acontece.

Essa dimensão da análise de Luhmann permite compreender por que o modelo kuhniano teve impacto tão amplo na cultura científica do século XX. Ao introduzir uma semântica para a descontinuidade, Kuhn ofereceu às comunidades científicas uma forma de descrever e de legitimar processos de mudança que eram experimentados como perturbadores.

A perspectiva de Luhmann oferece um conjunto de contribuições para a compreensão da ciência. Em primeiro lugar, a distinção entre código e programa permite separar o que é invariante do que é contingente na ciência: o código verdadeiro/falso é a estrutura de identidade do sistema, enquanto os programas são as formas históricas de sua aplicação. Essa distinção evita tanto o absolutismo epistemológico (a ideia de que existe um método científico de caráter imutável) quanto o relativismo de grau extremo (a ideia de que não há nenhuma continuidade entre períodos históricos distintos da ciência).

Em segundo lugar, a teoria dos sistemas oferece um quadro para compreender as relações entre a ciência e outros sistemas da sociedade, sem reduzir a ciência a um epifenômeno da economia, da política ou da cultura. A ciência é funcionalmente diferenciada, ela opera com autonomia em relação a outros sistemas. Mas essa autonomia não é de caráter absoluto, já que o acoplamento estrutural com outros sistemas permite que perturbações do ambiente adquiram relevância interna. Essa formulação é mais precisa do que a dicotomia entre internalismo (a ciência é determinada por fatores internos) e externalismo (a ciência é determinada por fatores externos) que estrutura parte do debate no campo dos estudos sociais da ciência.

Em terceiro lugar, a noção de observação de segunda ordem abre um campo de análise que transcende o que Kuhn e seus interlocutores diretamente contemplam. A questão deixa de ser apenas "como a ciência muda?" para tornar-se "como a ciência observa suas próprias mudanças, e que efeitos essa observação produz sobre o próprio sistema?". Trata-se de um deslocamento epistemológico significativo, porque onde Kuhn descreve os mecanismos da mudança científica a partir de uma perspectiva que ainda é, em larga medida, externa ao sistema — a do historiador ou filósofo da ciência —, Luhmann pergunta pelo modo como o sistema científico processa reflexivamente sua própria contingência. Quando a ciência volta-se sobre si mesma e tematiza seus critérios de validade, suas rupturas históricas e seus conflitos programáticos, ela não apenas registra passivamente o

que ocorre: ela reconfigura o horizonte de possibilidades a partir do qual futuras operações serão realizadas. A observação da mudança não é neutra em relação à mudança, pelo contrário, ela é, ela mesma, uma operação que intervém no curso do sistema.

Essa dimensão reflexiva é de importância reconhecida para a sociologia da ciência e para os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (STS) como campos de conhecimento, na medida em que ambos se constituem precisamente como observações de segunda ordem da ciência ao observarem como a ciência observa, descrevem como ela distingue verdadeiro de falso, legítimo de ilegítimo, normal de revolucionário. Mas o que a perspectiva Luhmanniana acrescenta é que essa reflexividade não é um privilégio dos observadores externos, mas uma operação interna ao próprio sistema científico. A ciência moderna produz, de modo crescente, autorreferência institucionalizada, seja em metanálises, revisões sistemáticas, disputas sobre metodologia, em epistemologias regionais e em toda uma literatura de "ciência da ciência". Ao fazê-lo, ela não apenas se descreve, mas se transforma, ao tempo em que a autodescrição é um mecanismo de variação, e não apenas de estabilização. Nesse sentido, a observação de segunda ordem não é um adorno reflexivo acrescentado à ciência, ela é constitutiva da processualidade científica contemporânea, um dos modos pelos quais o sistema produz complexidade interna suficiente para continuar operando e se diferenciando.

Mas, por óbvio, a perspectiva de Luhmann não se apresenta sem limitações, há, por certo, pontos cegos a serem considerados. A primeira limitação diz respeito ao nível de abstração. A teoria dos sistemas opera em um nível de generalidade que torna difícil a aplicação à história da ciência, ainda que Luhmann em seu livro seminal sobre o tema use abundantemente de fontes da história da ciência (Luhmann, 1996). Ela fornece conceitos, mas não oferece, por si só, instrumentos para a análise de casos concretos, exigindo do pesquisador um esforço de redução da abstração e da própria complexidade teórica. O sociólogo e historiador da ciência encontra pouco auxílio nas categorias de Luhmann para

compreender, por exemplo, a revolução copernicana ou a emergência da biologia molecular caso busque o fundamento da compreensão na concepção sistêmica da ciência.

Essa limitação deve, contudo, ser relativizada à luz da pesquisa empírica que se construiu ao redor da teoria Luhmanniana. Em *Bíos e Techné: estudo sobre a construção do sistema de biotecnologia periférico*, Neves (2015) demonstra que os conceitos Luhmannianos de código, programa e acoplamento estrutural são operáveis empiricamente. Por meio de pesquisa de campo em laboratórios de biotecnologia no Brasil, Neves mobiliza a distinção entre código e programas para mapear como grupos de pesquisa em contextos periféricos processam as irritações provenientes dos centros hegemônicos do sistema científico mundial, traduzindo-as segundo configurações programáticas condicionadas pelo ambiente institucional nacional. O que Neves denomina “regime de administração da irrelevância” pode ser lido, nesse quadro, como uma configuração programática específica: um conjunto sedimentado de expectativas e práticas que orienta a aplicação do código verdadeiro/falso sob as condições assimétricas do sistema científico global (Neves, 2015). Esse uso demonstra que as categorias Luhmannianas, longe de serem apenas ferramentas de especulação macrosociológica, possuem poder heurístico concreto quando combinadas com uma estratégia de investigação empírica orientada.

A segunda limitação concerne ao papel dos atores. A teoria dos sistemas dissolve a questão da agência, porque os cientistas são tratados como elementos do ambiente do sistema, não como sujeitos constituintes. Essa posição tem consequências de fundo, já que torna difícil compreender por que determinados cientistas adotam determinadas posições, por que as controvérsias científicas se resolvem da forma que se resolvem, e por que a trajetória de um laboratório ou de uma instituição tem relevância para o desenvolvimento da ciência. Os estudos de laboratório, como os de Karin Knorr-Cetina e Bruno Latour, mostram que a produção do conhecimento científico é um processo situado em práticas e

interações entre atores, que dificilmente pode ser apreendido a partir de conceitos de nível sistêmico (Knorr-Cetina, 1999; Latour, 1987).

A terceira limitação diz respeito à incomensurabilidade. A dissolução Luhmanniana do problema da incomensurabilidade, via distinção entre código e programa, pode parecer um recurso de insuficiente complexidade. O fato de que o código permanece não garante, por si só, que as comunicações entre defensores de programas distintos sejam possíveis sem dificuldades de fundo. A incomensurabilidade kuhniana refere-se não apenas a critérios de avaliação, mas também a percepções do mundo, a formas de ver e de categorizar a realidade. A teoria dos sistemas tende a minimizar esse aspecto ao privilegiar a dimensão operacional sobre a dimensão semântica.

As limitações de cada perspectiva não excluem possibilidades de diálogo e de síntese. Uma abordagem que combine a atenção de Kuhn à história e às práticas das comunidades científicas com a abrangência conceitual da teoria dos sistemas pode produzir resultados fecundos. Em particular, e esse é o ponto a se considerar em futuros trabalhos, a distinção entre código e programa pode ser combinada com a distinção kuhniana entre ciência normal e revolução para produzir uma tipologia mais precisa dos processos de mudança na ciência.

Da mesma forma, a noção de observação de segunda ordem pode ser articulada com a perspectiva dos estudos sociais da ciência para compreender como os cientistas constroem imagens de sua própria prática e como essas imagens orientam a dinâmica do campo. A obra de Ludwik Fleck, com frequência citado como precursor de Kuhn, oferece um ponto de partida para essa articulação. Sua noção de "estilo de pensamento" e de "coletivo de pensamento" possui afinidades tanto com o paradigma kuhniano quanto com a semântica Luhmanniana (Fleck, 1979). Fleck demonstra que o conhecimento é produzido em coletivos e que esses coletivos operam com estilos de pensamento que orientam o que pode ser visto, dito e validado, antecipando, em uma linguagem distinta, tanto a noção kuhniana de paradigma quanto a noção Luhmanniana de programa.

6 CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Este artigo examinou o diálogo entre a teoria da ciência de Niklas Luhmann e o modelo de revoluções científicas de Thomas S. Kuhn. A hipótese central, de que a mudança de paradigma pode ser reinterpretada como mudança de programa, permite compreender a descontinuidade histórica da ciência sem recorrer à incomensurabilidade ou à psicologia das comunidades científicas. Importa sublinhar que essa reinterpretação não é mera tradução terminológica entre dois vocabulários teóricos, ela representa uma transformação da própria questão. Ao reinterpretá-la no interior da teoria dos sistemas, o fenômeno da revolução científica deixa de ser um problema epistemológico sobre como os cientistas escolhem entre paradigmas e torna-se um problema sociológico de primeira ordem: como o sistema científico, por meio de suas próprias operações autopoieticas, produz variações, seleciona novos programas e se re-estabiliza sem interromper a continuidade do código.

A distinção Luhmanniana entre código e programa oferece um recurso conceitual para preservar a continuidade operacional do sistema científico através das mudanças, com o código verdadeiro/falso como condição formal de possibilidade da comunicação científica, permanecendo estável e os programas — teorias, métodos, critérios de avaliação — contingentes e substituíveis. Essa formulação responde diretamente ao desafio kuhniano da incomensurabilidade e o que Kuhn descreve como ruptura dos critérios de validade é reinterpretado como transformação programática, isto é, como o mecanismo pelo qual o sistema processa internamente sua própria contingência sem interromper sua autopoiese. A força dessa arquitetura conceitual está em que ela não reduz a ciência nem a um processo puramente racional de descoberta de verdades, postura que a história da ciência pós-kuhniana tornou insustentável, e nem a um campo de disputas de poder sem critérios internos de avaliação. O código é exatamente o critério formal que o sistema não pode abandonar sem deixar de ser o que é.

As convergências entre Luhmann e Kuhn são substanciais. Como dito, rejeição da linearidade cumulativa, atenção ao papel do coletivo na produção do conhecimento, reconhecimento de que os mecanismos de seleção científica não se reduzem à lógica formal. As tensões, igualmente relevantes, se colocam na dissolução da agência na teoria dos sistemas, o nível de abstração que dificulta a aplicação sócio-histórica e a relação entre código e incomensurabilidade são pontos que exigem elaboração adicional. A tensão mais funda é, porém, de natureza epistemológica, já que Kuhn permanece, em larga medida, preso ao ponto de vista do observador externo, do historiador ou filósofo da ciência que descreve de fora o que ocorre dentro das comunidades. Luhmann, ao contrário, pergunta pelo modo como o próprio sistema processa sua contingência. Assim, para ele, a questão não é o que acontece com a ciência, mas o que o sistema científico faz com o que acontece. Esse deslocamento é ao mesmo tempo um ganho teórico porque dissolve o paradoxo da perspectiva externa e um custo, porque reduz a visibilidade das trajetórias individuais e das microadâncias que Kuhn e os estudos de laboratório colocaram no centro da análise.

Uma primeira conclusão avançada deste diálogo diz respeito à dimensão performativa da semântica kuhniana. Quando as categorias de Kuhn (paradigma, crise, revolução) são adotadas pelos próprios cientistas para descrever sua situação, elas deixam de ser ferramentas analíticas externas e passam a funcionar como componentes da semântica interna do sistema. O vocabulário kuhniano torna-se, assim, um programa de auto-observação que orienta como o sistema científico tematiza suas próprias discontinuidades e, ao fazê-lo, participa da constituição dessas mesmas discontinuidades. A teoria de Kuhn não apenas descreve revoluções científicas, mas ativamente produz condições simbólicas para que o sistema as reconheça e processe como tais, o que representa, em termos Luhmannianos, uma operação de variação semântica com potencial de estabilização estrutural. A semântica, na teoria Luhmanniana, não é mero reflexo das estruturas, mas acervo de formas condensadas que os sistemas sociais produzem para

processar e orientar suas próprias operações. Nesse sentido, A Estrutura das Revoluções Científicas é não apenas um livro sobre a ciência, mas também um evento no interior da semântica do sistema científico.

Uma segunda conclusão avançada concerne às assimetrias do sistema científico global, dimensão que nem Kuhn nem Luhmann desenvolvem sistematicamente. A pesquisa de Neves (2015) em *Bíos e Techné* revela que as mudanças programáticas no sistema científico não obedecem a um padrão uniforme. O autor argumenta que contextos periféricos processam os programas hegemônicos a partir de configurações institucionais e expectativas que diferem substancialmente das dos centros produtores. O código verdadeiro/falso permanece operativo em ambos os contextos, mas os programas que orientam sua aplicação são seletivamente incorporados, adaptados ou postergados em função de condições que o sistema científico do centro não experimenta do mesmo modo. O regime de administração da irrelevância descrito por Neves (2015) pode ser lido, à luz do argumento aqui desenvolvido, como uma forma específica de estabilização programática, ao indicar que o sistema científico periférico não é apenas um sistema que não participa das mudanças científicas dos centros, mas que as processa e as reinterpreta segundo seus próprios acoplamentos estruturais, produzindo variações programáticas que são, em larga medida, invisíveis para os modelos construídos a partir de experiências científicas centrais. Essa constatação abre uma agenda de pesquisa que consiste em articular a reinterpretação sistêmica das revoluções científicas com a sociologia da ciência “periférica”, produzindo instrumentos teóricos mais adequados à compreensão das dinâmicas de mudança programática em contextos não hegemônicos.

Uma terceira conclusão diz respeito à agenda metodológica que o diálogo entre Luhmann e Kuhn abre para a pesquisa empírica em sociologia da ciência. A pergunta do pesquisador deixa de ser “o que mudou nessa revolução científica?” — questão que tende a reproduzir a incomensurabilidade kuhniana, visto que qualquer resposta tende a ser

formulada nos termos do paradigma que se tornou hegemônico — e passa a ser “como o sistema processou essa variação?”, “que programas foram selecionados e que mecanismos de re-estabilização foram ativados?”, “como essa mudança programática se articulou com os acoplamentos estruturais entre o sistema científico e os sistemas da economia, da política e do ensino?”. Essa reorientação é, em si mesma, um produto do deslocamento teórico que este artigo propõe, porque ao transformar o problema da revolução científica de questão epistemológica em questão sociológica, torna-se possível investigá-la com instrumentos empíricos sem que o relativismo kuhniano se imponha como obstáculo teórico.

A contribuição da perspectiva sistêmica para o debate sobre as revoluções científicas não se apresenta como substituto conceitual do modelo kuhniano, mas como sua recontextualização no interior de uma teoria mais ampla da diferenciação funcional da sociedade moderna. Luhmann reabsorve Kuhn sem o eliminar, reforçando que o debate sobre os paradigmas deva ser reinterpretado como episódio na história da semântica do sistema científico, como uma forma pela qual a sociedade elabora a descontinuidade de um de seus subsistemas funcionais e a processa como informação relevante para seus próprios programas de auto-observação. Essa perspectiva tem também implicações para o debate entre internalismo e externalismo na sociologia da ciência ao mostrar que o sistema opera com fechamento operacional, mas abertura cognitiva, oferecendo assim uma saída conceitual para essa dicotomia, sem precisar apelar nem ao determinismo social nem ao idealismo epistemológico. Abre-se, assim, um campo de pesquisa que combina a atenção histórica de Kuhn à descontinuidade, à anomalia, à crise, com a precisão sociológica de Luhmann à operação, ao código, ao programa e com a sensibilidade empírica que pesquisas como a de Neves (2015) introduzem ao revelar que os sistemas científicos reais operam sob condições de assimetria e periferação que nenhuma teoria puramente abstrata pode capturar sozinha.

REFERÊNCIAS

- BARNES, Barry. T. S. **Kuhn and social science**. London: Macmillan, 1982.
- FEYERABEND, Paul. **Against method**. London: Verso, 1975.
- FLECK, Ludwik. **Genesis and development of a scientific fact**. Chicago: University of Chicago Press, [1935] 1979.
- KOYRÉ, Alexandre. **Études galiléennes**. Paris: Hermann, 1939.
- KOYRÉ, Alexandre. **From the closed world to the infinite universe**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1957.
- KNORR CETINA, Karin. **Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- KUHN, Thomas S. **The structure of scientific revolutions**. 3. ed. Chicago: University of Chicago Press, [1962] 1996.
- LAKATOS, Imre. **The methodology of scientific research programmes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- LATOUR, Bruno. **Science in action**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.
- LAUDAN, Larry. **Progress and its problems: towards a theory of scientific growth**. Berkeley: University of California Press, 1977.
- LUHMANN, Niklas. **Essays on self-reference**. New York: Columbia University Press, 1990.
- LUHMANN, Niklas. **La ciencia de la sociedad**. México: Anthropos; Universidad Iberoamericana; ITESO, [1990] 1996.
- LUHMANN, Niklas. **Social Systems**. Stanford: Stanford University Press, [1984] 1995.
- LUHMANN, Niklas. **Die gesellschaft der gesellschaft**. Frankfurt: Suhrkamp, 1997.
- LUHMANN, Niklas. **Sistemas Sociais: esboço de uma teoria geral**. Petrópolis: Vozes, [1984] 2016.
- MASTERMAN, Margaret. The Nature of a Paradigm. In: LAKATOS, Imre; MUSGRAVE, Alan (ed.). **Criticism and the growth of knowledge**. Cambridge: Cambridge University Press, 1970. p. 59-89.
- MOELLER, Hans-Georg. **Luhmann explained: from souls to systems**. Chicago: Open Court, 2006.
- NEVES, Fabrício Monteiro. **Bíos e Techné: estudo sobre a construção do sistema de biotecnologia periférico**. Brasília: Editora UnB, 2015.

RODRIGUES, Léo Peixoto; NEVES, Fabrício Monteiro. **Niklas Luhmann: a sociedade como sistema**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

RODRIGUES, Léo Peixoto; NEVES, Fabrício Monteiro. **A sociologia de Niklas Luhmann**. Petrópolis: Vozes, 2017.

SHAPIN, Steven. **The scientific revolution**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.