
A TEORIA DA INFORMAÇÃO NO SÉCULO XX: DIÁLOGOS ENTRE KUHN E FLECK

INFORMATION THEORY IN THE 20th CENTURY: DIALOGUES BETWEEN KUHN AND FLECK

Aurélio Bianco Pena¹
Cibelle Celestino Silva²

Resumo:

Este artigo discute como a obra do microbiologista Ludwik Fleck contém respostas a anseios e problemas presentes na obra de Thomas Kuhn, em particular, para a noção de incomensurabilidade entre paradigmas. Também discutimos um possível papel para os trabalhos de Fleck na construção de um referencial teórico pautado na biologia como ansiava Kuhn em seus últimos escritos. Finalmente, ilustramos o valor da epistemologia fleckiana analisando o episódio histórico do desenvolvimento da teoria da informação em três comunidades científicas diferentes: os Laboratórios Bell e o grupo dos cibernéticos nos Estados Unidos da América e o coletivo europeu. Fazendo um recorte histórico na primeira metade do século XX, buscando assim, conclusões a respeito do papel da obra de Fleck em uma epistemologia de matriz biológica, ou seja, que siga um modelo evolutivo, e não revolucionário, do fazer científico.

Palavras-chave: Ludwik Fleck; Thomas Kuhn; história da física; teoria da informação.

Abstract:

This paper discusses how the work of the Polish microbiologist Ludwik Fleck contains answers to the longings and problems present in the work of Thomas Kuhn, particularly the notion of incommensurability between paradigms. We also discuss a possible role for Fleck's works in constructing a theoretical framework based on biology, as Kuhn longed for in his last writings. Finally, we illustrate the value of Fleckian epistemology by analysing the historical episode of the development of the information theory in different scientific communities during the first half of the twentieth century: Bell Laboratories and the cybernetics group in the United States of America and European group. Thus seeking conclusions about the role of Fleck's work in an epistemology of biological matrix, that is, one that follows an evolutionary model, and not a revolutionary one, of scientific making.

Keywords: Ludwik Fleck; Thomas Kuhn; history of physics; information theory.

¹ Graduado em Física Teórico-Experimental pela Universidade de São Paulo (2020). Mestrando e licenciando em Ciências Exatas do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2153-6501>

² Graduada em Física pela Universidade de São Paulo, Mestre e Doutora em Física pela Universidade Estadual de Campinas. Professora do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo. ORCID - <https://orcid.org/0000-0003-3021-3915>

Introdução

Ludwik Fleck (1896-1961), médico polonês, fez importantes contribuições para a epistemologia e a sociologia da ciência, em particular, em seu livro de 1935, *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico* (Fleck, 2010 [1935]) pautado na doutrina do estilo e do coletivo de pensamento. Na obra, o desenvolvimento da ciência é entendido como um projeto social dos atores políticos envolvidos nas comunidades científicas. Fleck estabeleceu um modelo epistemológico de entendimento sobre o funcionamento da ciência no qual não se pode separar a ciência de seus aspectos sociais e de sua história.

Suas contribuições passariam completamente despercebidas pela historiografia posterior se não fossem menções a ela na introdução de um *bestseller*:

Contudo, muito do meu tempo durante esses anos foi gasto explorando campos sem relação aparente com a História da Ciência, mas nos quais a pesquisa atual revela problemas similares aos que a História vinha trazendo à minha atenção. [...] Este é o tipo de exploração ao acaso que a Society of Fellows permite. Apenas através dela eu poderia ter encontrado a monografia quase desconhecida de Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, (Basileia, 1935), um ensaio que antecipa muitas de minhas próprias ideias (Kuhn 2003 [1962]).

Nessa singela citação na introdução da obra *Estrutura das Revoluções Científicas*, Thomas Kuhn (1922-1996) chamou atenção para o livro *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico* que até então fora pouco lido. O próprio Kuhn escreveu a introdução da tradução de 1979 para o inglês do livro de Fleck, na qual afirma:

Lendo a menção [no livro *Experiência e Predição* de Reichenbach de 1938] imediatamente reconheci que um livro com aquele título provavelmente dialogaria com minhas inquietações. [...] Assim, logo que conheci a monografia de Fleck minha intuição foi confirmada e inaugurou minha campanha não sistemática de apresentá-lo a uma audiência mais ampla (Kuhn 1979).

Fleck foi “redescoberto” na década de 70 e a partir da década de 90 usado por diversos campos, tais como educação em ciências, história da ciência e sociologia da ciência. As ideias de Ludwik Fleck começaram a ser conhecidas no meio especializado, inicialmente, guiado pelo viés do próprio Kuhn, visto como uma obra que antecipava o papel da sociedade nas ciências, e posteriormente, analisada isoladamente como uma sociologia robusta e que, como disse o próprio estadunidense, antecipava muitas das ideias seminais apresentadas no *Estrutura das Revoluções Científicas*.

Neste artigo, pretendemos mostrar como a obra de Fleck contém respostas a anseios e problemas presentes na obra de Kuhn, em particular, para a noção de incomensurabilidade entre paradigmas, um dos pontos mais criticados da obra do estadunidense. Também discutimos um possível papel para os trabalhos de Fleck na formação de um referencial teórico pautado na biologia como ansiava Kuhn em seus últimos escritos:

Tenho tentado firmar um paralelo extenso entre o desenvolvimento científico e biológico sugerido ao final da primeira edição do *Estrutura*: desenvolvimento

científico deve ser visto como um processo dirigido por traz e não puxado pela frente – evolução de e não evolução para (Kuhn, 2000).

Finalmente, ilustramos o valor da epistemologia fleckiana analisando o episódio histórico do desenvolvimento da teoria da informação em diferentes comunidades científicas durante a primeira metade do século XX. Nesse episódio a incomensurabilidade entre paradigmas não explica as muitas trocas entre grupos de cientistas com ideias conceitualmente diferentes para o mesmo conceito basilar: quantidade de informação. Buscando assim, conclusões a respeito do papel da obra de Fleck em uma epistemologia que siga um modelo evolutivo, e não revolucionário, do fazer científico.

Por que Fleck em uma edição dedicada a Kuhn?

A relevância da obra de Thomas Kuhn dispensa aprofundamentos neste texto dado que outros colegas tratam do tema. O impacto de sua obra seminal na forma da epistemologia de entender o empreendimento científico é notável até os dias de hoje, o que não eximiu sua obra de críticas. A mais famosa delas foi sobre a noção de incomensurabilidade entre paradigmas: "aquilo que antes da revolução aparece como um pato no mundo do cientista transforma-se posteriormente num coelho" (Kuhn 2003 [1962]). Em sua obra *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993*, Kuhn comenta:

Nenhum outro aspecto do *Estrutura* me preocupou mais profundamente nesses trinta anos desde que o livro foi escrito e eu emergi desses anos sentindo, mais forte do que nunca, que a incomensurabilidade tem que ser um componente essencial de qualquer visão histórica, desenvolvimentista ou evolucionária do conhecimento científico (Kuhn, 2000).

Kuhn procura resolver a incomensurabilidade de várias formas em seus escritos, às vezes buscando uma "forma fraca" localizada, às vezes defendendo sua generalização, mas muitas vezes prometendo aliar conceitos da evolução biológica à sua nova epistemologia, o que não se realizou. O grande problema de aliar a epistemologia lançada no *Estrutura* com a evolução biológica é o fato de a revolução científica conflitar frontalmente com a ideia evolucionária de ciência. Talvez por isso:

Ainda que termine sua obra magna falando de evolução, Kuhn não assimilou ali a diretriz biológica de forma integral. E mesmo que tenha finalizado seu livro apontando para a possibilidade de incorporar o modelo biológico como um referencial epistemológico, por não ser proveniente de uma área de conhecimento ligada à biologia e pertencer à tradição de historiadores da ciência "revolucionários". Kuhn não estava envolto com a *Gestalt* que lhe permitisse compreender o completo potencial da diretriz biológica na análise epistemológica da história da ciência (Condé, 2018).

Em outras palavras, Kuhn não possuía uma percepção direcionada própria do fazer biológico. Fleck, por outro lado, construiu toda a sua carreira na prática de bancada da microbiologia, sua percepção estava imersa no saber biológico, por isso, sua epistemologia tem como base um modelo biológico que traz consequências para a prática historiográfica.

Para analisar, à luz da epistemologia de Fleck, o episódio histórico da formação da teoria da informação em diferentes comunidades científicas durante a primeira metade do século XX precisamos entender os principais conceitos que ele utilizou em seus escritos. Não definiremos todos os conceitos, apenas os mais relevantes na análise histórica que realizaremos a seguir, destacando a forma na qual Fleck aborda a comunicação de ideias (tráfego intercoletivo) entre comunidades científicas (coletivos de pensamento estáveis) em contraste à incomensurabilidade de paradigmas khuniana.

O **estilo de pensamento** (*Denkstil*) é o conceito basilar sobre o qual se constrói a epistemologia fleckiana; ele corresponde ao conjunto de todos “os pressupostos de pensamento sobre os quais o coletivo constrói seu edifício do saber” (Fleck, 2010 [1935]), isto é, uma predisposição prévia do cientista para olhar a natureza e assimilar as suas características, uma disposição para ver uma determinada forma (*Gestalt*) no caos inicial da natureza.

O estilo de pensamento não é apenas esse ou aquele matiz dos conceitos e essa ou aquela maneira de combiná-los. Ele é uma coerção definida de pensamento e mais: a totalidade das disposições mentais, a disposição para uma e não para outra maneira de perceber e agir (Fleck, 2010 [1935]).

O estilo de pensamento não está limitado à esfera profissional da atuação do cientista, inclui também sua esfera social, classe social, religião, identidade racial, etc, que influenciam no estilo – na forma de perceber o mundo. Com efeito, cada indivíduo terá, em última instância, um estilo único, baseado no conjunto de todas as suas vivências e aprendizados. Isso não significa que aspectos desses estilos não possam ser compartilhados por um grupo de indivíduos.

Quando um grupo se forma em torno de alguns acordos a respeito de um estilo de pensamento, temos a formação de um estilo de pensamento coletivo, que se fortalece no meio social e ganha um aspecto fulcral: coisas que, de acordo com Fleck, não podem ser pensadas de outra maneira.

Fazendo parte de uma comunidade, o estilo coletivo de pensamento passa por um fortalecimento social (...). Transforma-se em coação para os indivíduos, definindo ‘o que não pode ser pensado de outra maneira’, fazendo com que épocas inteiras vivam sob a coerção de um determinado pensamento, queimando aqueles que pensam diferente, que não participam da atmosfera coletiva (Fleck, 2010 [1935]).

Em suma, “O ‘estilo de pensamento’ se refere à tradição na qual o cientista se insere” (Otte, 2012). Desenvolvido principalmente durante o aprendizado, o estilo define uma forma de perceber o mundo, um olhar direcionado; cada indivíduo terá um estilo levemente diferente, pois tem vivências diferentes; e é nesses deslocamentos que as ideias passam por pequenas mutações sempre que encontram um novo indivíduo. Quando um estilo se organiza e toma corpo dentro de uma organização social ele se torna um estilo de pensamento coletivo e os portadores desse estilo formam um coletivo estável de pensamento.

O **coletivo de pensamento** (*Denkkollektiv*) é o portador comunitário, temporal e espacialmente localizado de um estilo de pensamento, ou seja, um grupo de duas ou mais pessoas, que compartilham, mesmo que momentaneamente, um determinado estilo de pensamento.

Se definimos ‘coletivo de pensamento’ como a comunidade das pessoas que trocam pensamentos ou se encontram numa situação de influência recíproca de pensamento, temos em cada uma dessas pessoas, um portador do desenvolvimento histórico de uma área de pensamento, de um determinado estado do saber e da cultura, ou seja, de um estilo específico de pensamento (Fleck, 2010 [1935]).

O coletivo é constituído por indivíduos, e cada um deles pode fazer parte de diversos coletivos de pensamento; em alguns ele pode ser uma figura central, em outros periférica. No caso do cientista, Fleck aponta:

Evidencia-se que um indivíduo pertence a vários coletivos de pensamento. Como pesquisador, ele faz parte de uma comunidade com a qual trabalha e, muitas vezes de maneira inconsciente, faz surgir ideias e desenvolvimentos que, logo depois de se tornarem autônomos, não raramente se voltam contra seus autores. Como membro de um partido, como representante de uma classe, de um país de uma raça, etc. pertence a outros coletivos (Fleck, 2010 [1935]).

Como indicamos acima, quaisquer duas pessoas em troca de ideias formam um coletivo de pensamento. Fleck defende que a atmosfera (*Stimmung*) – o ‘clima’ – de uma conversa gera ideias que nenhum dos dois indivíduos poderia ter sozinho, esse coletivo é efêmero e desaparece logo que a conversa termina. Por outro lado, existem coletivos duradouros e estáveis que se organizam em torno de grupos sociais organizados. É nessa categoria que se encontram os grupos de pesquisa científica.

Além desses coletivos casuais e *momentâneos* de pensamento, há os *estáveis*, ou relativamente estáveis: formam-se, principalmente, em torno de grupos socialmente organizados. Quando um grupo maior existe por um tempo suficientemente longo, o estilo de pensamento se fixa e ganha uma estrutura formal. [...] É nessa situação que se encontra a ciência atual enquanto formação específica do coletivo do pensamento (Fleck, 2010 [1935]).

Não pretendemos traçar paralelos entre esses e outros conceitos de Fleck na epistemologia de Kuhn, mas apenas mostrar como os estilos e o coletivo de pensamento formam uma imagem evolucionista de ciência. Onde Kuhn encontrou sua incomensurabilidade, a doutrina de Fleck encontra dificuldades de comunicação entre estilos diferentes, que podem tornar-se impossíveis quando são coletivos completamente diferentes, por exemplo um físico discutindo com um místico.

Se um estilo de pensamento tão rico e desenvolvido é fundado, comunicação entre membros do coletivo com pessoas fora dele se torna difícil, às vezes impossível, ao menos em alguns problemas. Um naturalista poderia tentar em vão comunicar com um teosofista, místico ou cabalista: mesmo usando as mesmas palavras eles falam sobre algo diferente, suas palavras têm um significado diferente, seus conceitos têm um estilo diferente (Fleck 2012 [1947]).

Essa versão da incomensurabilidade é muito mais fraca do que a proposta por Kuhn. No exemplo histórico que apresentamos a seguir notamos que coletivos de pensamento diferentes, mas pertencentes ao mesmo campo do saber, chegaram a conceitos diferentes para uma mesma entidade física, a quantidade de informação, a comunicação entre esses coletivos foi possível e uma ideia nova emergiu dessas discussões.

A organização social do coletivo de pensamento proposta pelo epistemólogo polonês pauta-se no entendimento da estrutura como um conjunto de círculos concêntricos que se sobrepõe, no centro está o círculo esotérico, composto por poucos indivíduos que são a vanguarda de um estilo de pensamento, ao redor desse círculo se formam círculos exotéricos, compostos pelo restante da sociedade.

Essa estrutura universal do coletivo de pensamento consiste no seguinte: em torno de qualquer formação de pensamento, seja um dogma religioso, uma ideia científica ou um pensamento artístico, forma-se um pequeno círculo esotérico e um círculo exotérico maior de participantes do coletivo de pensamento. Um coletivo de pensamento consiste em muitos desses círculos que se sobrepõe, e um indivíduo pertence a vários círculos exotéricos e a poucos círculos esotéricos (Fleck, 2010 [1935]).

É importante salientar que uma das críticas à sociologia de Fleck reside na especificidade do círculo exotérico proposto no *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*, que contempla até profissionais com ‘formação geral’:

A definição ‘formação geral’ com que Fleck caracteriza o círculo exotérico, além de vaga, é bastante relativa ao contexto. Pelos exemplos fornecidos, vemos que formação geral que ele se refere equivale ao que chamamos de ‘nível superior’, ou algo ainda mais restrito. Ele reconhece que a ciência exotérica abordada em seu livro é muito próxima do ‘centro esotérico’ (Oliveira, 2012).

Entendendo essa limitação em Fleck, vamos considerar, para este trabalho, um círculo exotérico expandido, que contemple tanto os arredores dos grupos de pesquisa, na figura dos estudantes em formação na área, até, na periferia, a sociedade geral na figura do leigo sem formação naquela área específica do saber. Quanto mais se afasta do núcleo esotérico mais simplificado fica o discurso do saber exotérico.

As ideias circulam entre os coletivos de pensamento, tanto de forma interna (**tráfego intracoletivo**) quanto entre coletivos (**tráfego intercoletivo**). No primeiro processo há o fortalecimento de um estilo de pensamento, ou seja, a afirmação entre os membros do coletivo de seus princípios, representada por conversas entre especialistas de um campo, que tendem a reforçar o estilo vigente no coletivo de pensamento. Já no segundo as ideias sofrem uma tradução, isto é, uma estilização para se adequar ao estilo do novo coletivo. Dados os conflitos entre estilos de pensamento de coletivos distintos, os fatos de um coletivo são desconstruídos por outros e assimilados com mudanças. Esse processo pode transformar um estilo de pensamento de um coletivo e o estilo pode mudar (ou “evoluir”), por encontrar fatos incongruentes ou deslocar os valores de pensamento do coletivo.

Os fatos científicos construídos pelos coletivos de pensamento são assimilados e estilizados, ou seja, traduzidos em seu próprio estilo, por outros coletivos de pensamento. Tal tradução implica em modificação. Os fatos não são mais os mesmos, uma vez processados e estilizados. (...) existem matizes de estilo de pensamento que configuram distanciamentos (ou aproximações) entre os modos de ver estilizados. Esses tons permitem retraduzões do fato científico por determinado coletivo dentro de seu estilo ou os tornam incomensuráveis (Delizoicov, 2002).

Finalmente, o processo de consolidação de um estilo de pensamento passa pela sua legitimação nos **manuals e livros didáticos**. Os primeiros representam a organização sistemática, impessoal e autoritária do círculo esotérico, ou seja, uma imposição de um sistema coerente e fechado construído pelos especialistas de um campo do saber. Os manuais formam novos estudiosos da área enquanto o livro didático é a expressão do saber esotérico para o círculo exotérico, ou seja, é simplificado, “esteticamente agradável, viva e ilustrativa. (...), a avaliação apodítica, a simples aprovação ou reprovação de determinados pontos de vista.” (Fleck, 2010 [1935]). Na consolidação dos manuais e dos livros didáticos temos a consolidação de um estilo de pensamento hegemônico dentro de uma grande área do saber.

Para o autor polonês, “Qualquer teoria do conhecimento sem estudos históricos ou comparados permaneceria um jogo de palavras vazio, uma epistemologia imaginária Ludwik Fleck” (1935 [2020]).

Assim sendo, a seguir vamos analisar três coletivos de pensamento que se desenvolveram independentemente durante a primeira metade do século XX visando responder às seguintes perguntas: Como um conceito surge e se espalha entre cientistas e comunidades científicas? Como ele se consolida nos diferentes coletivos de pensamento ao longo do tempo? Como ele é alterado, traduzido e ressignificado nesse processo?

Lições da história da ciência: teoria da informação no século XX

É importante salientar que qualquer investigação histórica será um recorte episódico da ciência; neste artigo faremos um recorte da teoria da informação na primeira metade do século XX com o enfoque simplificado³ em três coletivos de pensamento com a intenção de ilustrar como o referencial biológico de Fleck pode nos dar uma visão mais rica de como a teoria da informação se desenvolveu e se estabeleceu.

O problema da comunicação, durante a primeira metade do século XX girava em torno das questões impostas pela telegrafia elétrica, tais como: O que é informação? Qual a velocidade máxima de transmissão de informação? Quanta informação uma fonte produz? Como “medir” a “quantidade de informação produzida? Haveria um limite na quantidade de informação que poderia ser enviada por um canal? Como transmitir de forma confiável mesmo lidando com ruídos?

Somado a isso, durante o começo da década de 1920 os Estados Unidos da América estavam em uma explosão tecnológica impulsionada pelo aumento do êxodo rural e o final da Primeira Guerra Mundial. A atmosfera social era perfeita para a pesquisa científica na área da comunicação.

Formados como um braço de pesquisa da *American Telephone and Telegraph Company* (AT&T), os *Bell Telephone Laboratories* (primeiro coletivo de pensamento em tela neste texto) reuniam engenheiros e matemáticos trabalhando juntos em grande sinergia na área da comunicação. Os membros dos *Bell Labs*, normalmente se limitavam a publicar no periódico de circulação interna, o *Bell System Technical Journal*⁴, reduzindo o alcance das descobertas e criando um coletivo de pensamento bastante isolado das outras comunidades científicas.

³ Para uma análise mais profunda do episódio histórico consulte: Pena e Silva (2022).

⁴ *Bell System Technical Journal* foi o nome da revista de 1922 até 1983, todo o recorte histórico que faremos se enquadra nesse período, entretanto, em 1984, a revista passou a ser publicada como *AT&T*

Muitos pesquisadores contribuíram para a formação de um estilo de pensamento próprio dos Laboratórios Bell no período. Neste texto mencionamos brevemente as contribuições de Harry Nyquist (1889-1976) e Ralph Hartley (1888-1970) que juntos começaram a entender quantidade de informação como a medida da incerteza de uma mensagem, o primeiro defendendo que mensagens absolutamente previsíveis não transmitiriam nenhuma informação (Nyquist, 1924) e o segundo propondo uma fórmula para determinar quantidade de informação que era maior quanto maior a incerteza nos caracteres da mensagem (Hartley, 1928).

Na década de 1940, com o final da Segunda Guerra Mundial, a pesquisa na área tornou-se mais vigorosa, com muitos trabalhos publicados, entre eles o artigo de 1948 do engenheiro e matemático Claude Elwood Shannon (1916-2001) "A mathematical Theory of Communication" (posteriormente publicado como livro). Na obra, Shannon reforçou o estilo proposto pelos companheiros dos Laboratórios Bell ao defender que a informação é maior quanto mais incerta é a mensagem, além disso propôs uma analogia entre a medida de quantidade de informação e a entropia termodinâmica de Boltzmann (Shannon, 1948).

No mesmo período, diversas reuniões multidisciplinares aconteceram nos EUA promovidas por um grupo posteriormente chamado de Cibernéticos liderados por Norbert Wiener (1894-1964) (o segundo coletivo de pensamento em tela neste texto). A culminação desses encontros se deu em 1948, quando Wiener publicou o livro *Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine* (Wiener, 1948), no qual elaborou um tratado extenso discorrendo sobre diversos tópicos, desde mecânica estatística até relações entre informação, linguagem e sociedade.

No presente artigo vamos nos limitar à definição de Wiener para quantidade de informação como uma medida do grau de organização de um sistema, presente na introdução do *Cybernetics*:

A noção de quantidade de informação se liga muito naturalmente a uma noção clássica da mecânica estatística: a entropia. Da mesma forma que a informação é a medida do grau de organização do sistema, a entropia é uma medida do grau de desorganização; e uma é simplesmente o negativo da outra (Wiener, 1948).

O estilo fundado nas reuniões da cibernética e representado por Wiener discorda com o estilo dos Laboratórios Bell no princípio mais elementar. Os últimos defendiam que quantidade de informação é incerteza, desordem; a cibernética trata quantidade de informação como certeza, ordem, organização do sistema. Isto é, os coletivos de pensamento mutaram de forma diferente, resultando em conceitos diferentes (e em certa medida contraditórios) para a mesma entidade física (quantidade de informação).

O processo que sucede essas definições se deu em encontros periódicos nos congressos da *Josiah Macy Jr Foundation*, nos quais o grupo da cibernética convidava diversos pesquisadores, entre eles Claude Shannon, para palestrar sobre seus trabalhos. Nessas conversas o estilo dos Laboratórios Bell e dos Cibernéticos começa um processo de evolução conjunta que será alcançado somente muitos anos mais tarde. As mutações são gradativas e não notamos grandes quebras revolucionárias na forma dos cientistas pensarem a informação, a incomensurabilidade é

Bell Laboratories Technical Journal, em 1985 como *AT&T Technical Journal* e finalmente em 1996 foi renomeado *Bell Labs Technical Journal*.

praticamente inexistente dentro de coletivos de pensamento tão próximos do cerne de um campo do conhecimento, mesmo com conceitos distintos para uma mesma entidade física.

A incomensurabilidade entre abordagens passou a ficar evidente, somente quando os conceitos de quantidade de informação e da comunicação em geral chegaram a campos distantes da matemática e da engenharia como medicina e psicologia. Shannon em particular reclamou que seus conceitos estavam sendo utilizados em situações nas quais não havia sequer uma estrutura de comunicação bem definida, ou seja, mesmo utilizando os mesmos termos e nomes, comunidades diferentes estavam interpretando os mesmos termos de formas muito diferentes da proposta originalmente.

Um último aspecto da aproximação entre a abordagem de Fleck e a evolução biológica que gostaríamos de apontar é a relação entre o isolamento geográfico de comunidades científicas e a posterior “especialização” de estilos de pensamento, ou seja, a formação de novos estilos para resolver problemas semelhantes. No caso dos coletivos estadunidenses é notável que a comunicação entre os cibernéticos e os membros dos Laboratórios Bell foi muito pequena até as conferências da década de 1950, tanto por sigilos ligados à Segunda Guerra quanto pelo isolamento nas publicações restritas ao periódico dos Laboratórios Bell, formando estilos próprios nas comunidades envolvidas.

Além disso, um coletivo de pensamento ainda mais isolado, o europeu, chegou a abordagens muito diferentes para a medição de quantidade de informação em sistemas de comunicação. Na Europa, o problema da comunicação era o mesmo, contudo o estilo que permeava a comunidade científica europeia era completamente diferente. A mecânica quântica, que começara seu processo de consolidação na década de 1920 fundamentou um estilo de pensamento próprio da Europa. Na década de 1940, as ideias de quantização e incerteza estavam imbricadas no arsenal teórico de muitos cientistas europeus. O encontro desse estilo com o problema da comunicação resultou nos trabalhos de Dennis Gabor (1900-1979) que propôs o uso dos “diagramas de informação” que seriam “representações bidimensionais de sinais, com tempo e frequência como coordenadas” (Gabor, 1946). Esses diagramas são a ponte entre o problema da comunicação e a mecânica quântica, porque funcionam de forma análoga a um oscilador harmônico quântico, com a indeterminação de momento e posição (princípio da incerteza de Heisenberg) substituídas por medidas de tempo e frequência da transmissão. A unidade básica do diagrama representaria, segundo Gabor, o *Logon* ou “quanta de informação”.

Notamos assim, que coletivos diferentes chegaram a soluções distintas para os mesmos problemas impostos pelas novas tecnologias de comunicação, o que evidencia uma especialização de estilos de pensamento impostos pelo isolamento geográfico. A mutação do estilo de pensamento não foi abrupta ou mesmo revolucionária, mas um lento e gradual processo de mudança do estilo de pensamento promovida pelo ambiente social, político, científico e pessoal dos cientistas que culmina em estilos que, em um recorte histórico curto, podem parecer completamente diferentes.

A consolidação de um estilo de pensamento, como destacamos anteriormente, passa pelo manual e pelo livro didático, o estilo que formar novos pupilos será perpetuado. No caso da teoria da informação, o estilo dos Laboratórios Bell tinha a vantagem da aplicabilidade em situações práticas, e por isso, entre outros fatores, foi introduzido no primeiro manual de grande relevância da recém

batizada “teoria da informação”. O livro *Symbols, signals and noise: The nature and process of communication*⁵, publicado pela primeira vez em 1961 por John R. Pierce e dedicado à Claude e Betty Shannon, traz uma análise acessível e completa para a teoria, consolidando o estilo dos Laboratórios Belle (Pierce, 1980 [1961]).

O processo de formação da teoria da informação envolveu conexões entre os círculos esotéricos e exotéricos. Os primeiros foram influenciados pelos cientistas e pelos manuais didáticos que consolidaram ideias prevaletentes nos Laboratórios Bell, enquanto os segundos podem ser representados pela demanda tecnológica da década de 1920 que alavancou os primeiros estudos do tema, até no grande impacto dos livros de Shannon e Wiener em 1948 em diferentes ambientes culturais da sociedade estadunidense e, posteriormente, europeia. A consolidação desse estilo foi um processo no qual estão presentes a mutação de estilos de pensamento, sua posterior especiação e finalmente a consolidação de um estilo de pensamento temporariamente hegemônico dentro do círculo esotérico.

Referências

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão Mutações no estilo de pensamento: Ludwik Fleck e o modelo biológico na historiografia da ciência. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea*, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; NADIR, Castilho; CUTOLO, Luiz Roberto Agea; DA ROS, Marco Aurélio; LIMA, Armênio Matias Corrêa. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, p. 52-69, 2002.

FLECK, Ludwik. To look, to see, to know. 1947 In: COHEN, Robert S.; SCHNELLE, Thomas (ed.). *Cognition and fact: materials on Ludwik Fleck*. Springer Science & Business Media, 2012.

FLECK, Ludwik. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico: introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento*. [S.l.]: Fabrefactum Editora, 2010.

GABOR, Dennis Theory of communication. *Journal of the Institution of Electrical Engineers-Part III: radio and communication engineering*, IET, v. 93, n. 26, p. 429-441, 1946.

HARTLEY, Ralph. Transmission of information 1. *Bell System Technical Journal*, Wiley Online Library, v. 7, n. 3, p. 535-563, 1928.

KUHN, Thomas. *A estrutura das Revoluções Científicas*. 7. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2003.

⁵ O livro foi republicado em 1980 com o título *An introduction to information theory: Symbols, signals and noise*, conseguimos acessar essa versão da obra que tem todas as mudanças em relação à primeira edição listadas em seu prefácio.

KUHN, Thomas. Foreword. In: FLECK, L. *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: The University of Chicago, 1979.

KUHN, Thomas. *The Road since Structure*. Chicago: University of Chicago press, 2000.

NYQUIST, Harry. *Certain factors affecting telegraph speed*. New York: Transactions of the American Institute of Electrical Engineers - IEEE, p. 412-422, 1924.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. Os circuitos de Fleck e a questão da popularização da Ciência In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (ed.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço Editora, 2012.

OTTE, George. Fato e pensamento em Ludwik Fleck e Walter Benjamin In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (ed.). *Ludwik Fleck: estilos de pensamento na ciência*. Belo Horizonte: Fino Traço Editora, 2012.

PENA, Aurélio Bianco; SILVA, Cibelle Celestino. Da comunicação à informação: quando a prática se sobrepõe à teoria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, 2022.

PIERCE, John Robinson. *An introduction to information theory: symbols, signals and noise*. New York: Dover Publications, 1980.

SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, Nokia Bell Labs, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.

WIENER, Norbert. *Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1948.

Recebido em: 08/2023
Aprovado em: 10/2023