



# KUHN E A BIOLOGIA EVOLUTIVA DE DARWIN

Robinson Guitarrari

---

Doutor em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP)  
Professor do Departamento de Filosofia e Membro do Programa de Pós-graduação em Filosofia  
da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)  
[robinson.guitarrari@gmail.com](mailto:robinson.guitarrari@gmail.com)

Paulo Pirozelli

---

Doutor pela Universidade de São Paulo (USP)  
Pós-doutorando pelo Centro de Inteligência Artificial da USP  
[paulopirozelli@gmail.com](mailto:paulopirozelli@gmail.com)

## Resumo:

Thomas Kuhn usou a teoria da evolução para discutir o desenvolvimento científico em dois momentos de sua produção filosófica: em *A estrutura das revoluções científicas*, de 1962 (1970a), e em alguns artigos escritos no início dos anos 1990. O objetivo deste artigo é examinar os diferentes propósitos de cada uma dessas aproximações. Entendemos que, na primeira ocasião, o apelo à teoria da evolução tem duas finalidades: mostrar a plausibilidade de uma concepção filosófica de progresso científico sem um fim prefixado; e servir como modelo para uma concepção de desenvolvimento científico. No segundo momento em que tematiza o ponto, Kuhn expande a analogia evolucionária, considerando três outras similaridades entre desenvolvimento científico e biológico: a necessidade de isolamento das comunidades científicas para o desenvolvimento da ciência; a relação mundo-teoria, que passa a ser vista como uma relação de adaptação; e a unidade de desenvolvimento, que assim como na biologia, passa a ser vista como o grupo, em vez do indivíduo.

**Palavras-chave:** Thomas Kuhn. Darwin. Progresso. Evolução. Desenvolvimento Científico.

## Abstract

In order to explain aspects of scientific development, Thomas Kuhn made use of the theory of evolution in two moments: in *The Structure of Scientific Revolutions*, published in 1962 (1970a), and in some articles written in the early 1990s. The aim of this paper is to examine the different purposes of each of these approaches. On the first occasion, Kuhn's appeal to the theory of evolution has two goals: showing the plausibility of a philosophical conception of scientific progress without a prefixed end; and serving as a model for a new conception of scientific development. In the second moment, Kuhn expands the evolutionary analogy, considering three other similarities between scientific and biological development: the necessity of isolation for scientific communities to produce better cognitive instruments; the world-theory relationship, which is now seen as an adaptation relationship; and the unit of development that is taken as the group, not the individual.

**Keywords:** Thomas Kuhn. Darwin. Progress. Evolution. Scientific Development.

## 1 Introdução

Compreender o desenvolvimento científico tem sido uma das tarefas principais da filosofia da ciência e uma das mais frutíferas, em termos de problemas filosóficos gerados e posturas tomadas diante deles. Não são recentes as investigações que buscam entender como o êxito empírico surpreendente das ciências naturais tem sido alcançado, explicar como e por que ocorrem os processos de formação de consenso e de dissenso em torno de compromissos de pesquisa científica, qualificar o tipo de avanço registrado na dinâmica das teorias, e tomar uma posição acerca do *status* cognitivo dessas teorias. Tais questões têm exigido um posicionamento sobre aspectos relacionadas à racionalidade científica e à ideia de que a verdade é um objetivo da ciência.

Nesse contexto, o impacto das reflexões de Kuhn sobre a dinâmica da ciência foi muito significativo. Apesar de os desdobramentos das reações refratárias a teses defendidas em *The structure of scientific revolutions* (1970a)<sup>1</sup>, desde a primeira edição em 1962, terem em vista temas como a história interna e externa da ciência, a noção de ciência normal, a tese da incomensurabilidade e suas consequências para um concepção sustentável de ciência, teses não menos polêmicas, podem ser vistas e consideradas no livro. É o que se pode notar por meio de um exame do tratamento dado à noção de progresso científico a partir da alusão à teoria da evolução de Darwin.

---

1 De agora em diante, usaremos *Estrutura* para *The structure of scientific revolutions* (1970a). As traduções dos textos de Kuhn são nossas.

Embora seja comum que filósofos apresentem as suas posições e argumentos por meio de relações com contextos mais definidos e conhecidos, nem sempre essas analogias, metáforas, aproximações ou paralelos são claras.<sup>2</sup> Ao mesmo tempo, um possível aspecto hermético ou vago não torna ilegítimo o uso desse tipo de recurso. Podemos lembrar aqui da comparação de Neurath da revisibilidade do conhecimento com um barco que deve ser reconstruído em alto-mar para continuar a navegar.

Assim como outros filósofos que exploraram a teoria da evolução de Darwin, Kuhn a considerava fértil para entender a ciência. Essa aproximação com a teoria da evolução ocorre em dois momentos distintos da sua obra. No primeiro deles, que se encontra no capítulo final da *Estrutura*<sup>3</sup>, Kuhn destaca a teoria de Darwin e seu contexto histórico para aludir a uma prevista reação adversa causada por sua defesa de uma noção de progresso que não tem em vista a verdade ou qualquer menção a um objetivo prefixado, mas um olhar a partir de um estágio inicial.<sup>4</sup>

A analogia evolutiva reaparece décadas depois, em textos publicados no início dos anos 1990. Neles, Kuhn retoma a ideia de uma mudança de perspectiva semelhante à efetuada por Darwin na biologia, ao mesmo tempo em que expande a analogia evolucionária em diversos outros aspectos: quanto à necessi-

---

2 Igualmente relevante é o uso de metáforas pelos próprios cientistas (RENZI; NAPOLITANO, 2018).

3 Além de Kuhn, Popper (1994) Toulmin (1972) e Hull (1988) também recorreram à teoria da evolução para considerar aspectos de sua concepção de conhecimento.

4 O "Posfácio" à segunda edição da *Estrutura* e "Reflections on my critics" (1970b) apresentam, ainda que brevemente, referências ao aspecto evolucionário da concepção de desenvolvimento científico apresentada e defendida por Kuhn na *Estrutura*.

dade de isolamento tanto para o desenvolvimento científico como para o desenvolvimento biológico; quanto à relação mundo-teoria, que passa a ser vista como uma relação de adaptação, assim como aquela entre espécies e nichos; e quanto à unidade de progresso, que passa a ser vista como o grupo, em lugar do indivíduo — a comunidade científica ou o *pool* gênico.

O objetivo deste artigo consiste em examinar essas duas aproximações com a biologia evolutiva empenhadas por Kuhn nesses dois momentos de sua produção intelectual. Em seguida, analisaremos as funções das analogias em cada caso.

## 2 Progresso científico e teoria da evolução na *Estrutura*

No último capítulo da *Estrutura*, a teoria da evolução de Darwin aparece quando Kuhn elabora uma proposta de solução para o problema de como entender o progresso científico na fase de mudança de paradigma. Nesta seção, discutiremos como tal problema se põe para Kuhn, as características do progresso em momentos de ruptura profunda com compromissos científicos passados, os paralelos estabelecidos com a teoria da evolução de Darwin, e, por fim, apresentaremos uma interpretação acerca do papel dessas comparações.

### 2.1 A noção de progresso como um problema para Kuhn

Desde a *Estrutura*, Kuhn se mostrou ciente da dificuldade de ajustar à sua concepção de desenvolvimento científico uma noção de progresso científico. Apesar das acusações de relativismo e de irracionalismo, Kuhn sempre ressaltou o impressionante êxito empírico das ciências naturais e seu crescimento ao longo das mudanças teóricas, sem jamais negar o avanço da ciência. O problema consistia em tornar clara a noção do *avanço* patente nas ciências maduras, considerando as teses e os pressupostos por ele recrutados para a sua concepção de desenvolvimento científico.

As posições tradicionais sobre a noção de *progresso* científico tinham pelo menos dois traços epistemológicos que não se ajustavam às considerações assumidas ou defendidas por Kuhn sobre a dinâmica das ciências. Em primeiro lugar, entendiam o progresso na solução de problemas científicos como um processo cumulativo. Em segundo lugar, viam na metodologia a base para o crescimento do conhecimento científico, o que implicava um compromisso filosófico com a tese de que há um conjunto completo de regras claras, objetivas, imparciais e decidíveis para encaminhar a ciência para o seu objetivo.<sup>5</sup>

Supunha-se que a racionalidade das decisões nas escolhas teóricas devesse ser avaliada por regras desse tipo, que, ao serem satisfeitas, selecionariam, para cada campo de estudo científico, as teorias que realizariam mais efetivamente os valores cognitivos. Dentro dessa tradição metodológica, alguns colocavam, por exemplo, a verdade como um objetivo da ciência, outros, a capaci-

5 Popper (1959) é uma peça exemplar dessa concepção de desenvolvimento científico.

dade de solucionar problemas. Fossem quais fossem os objetivos, estes eram postos de antemão e em alguma medida dependentes da concepção de ciência defendida.

Até o final dos anos 1960, um ponto comum entre filósofos da ciência alinhados a essa tradição consistia em propor uma noção de progresso científico como acúmulo de problemas resolvidos e que tal progresso decorreria de decisões racionais. Em geral, o progresso, dentro desse quadro, era tomado como um resultado de escolhas racionais de hipóteses ou teorias científicas. A sua característica marcante era certa cumulatividade.<sup>6</sup>

Contra essa tradição e, particularmente, desafiando as concepções de progresso cumulativo, associadas a ela, a concepção de desenvolvimento científico desenvolvida na *Estrutura* levantou várias dificuldades, dentre as quais destacaremos duas.

A primeira delas refere-se às perdas de problemas resolvidos durante mudanças científicas profundas, uma constatação cuja relevância está diretamente relacionada à importância que Kuhn atribui à história da ciência. A segunda dificuldade decorre da tese de que os paradigmas são incomensuráveis, indicando diferenças profundas entre unidades epistêmicas rivais – uma tese que se põe em um domínio meta-histórico.

---

6 O crescimento contínuo do conhecimento científico foi expresso de diversas maneiras. Collingwood (1956), segundo Laudan (1977), talvez tenha apresentado uma das primeiras formulações da ideia segundo a qual uma teoria científica  $T_2$  representa progresso em relação à  $T_1$  se e somente se  $T_2$  dar conta de todos os problemas resolvidos por  $T_1$  e exibir algum ganho cognitivo adicional. Essa exigência de excesso de conteúdo empírico também foi defendida por Popper (1963, p. 231-34) e por Lakatos (1970, p. 118, 155). Para um detalhamento das tentativas de formular a ideia de progresso contínuo, confira Laudan (1977, p. 147-50; 1990, p. 1-32).

A ideia das perdas de explicação surge, para Kuhn, de uma narrativa da história da ciência apresentada em seus próprios termos. Não se trata, portanto, de uma consequência de sua teoria do desenvolvimento científico. Dessa historiografia avessa a anacronismos, seguem relatos recorrentes. Um deles é que muitas vezes perdas de problemas resolvidos acompanham os períodos nos quais ocorreram mudanças científicas profundas. Dentro do quadro de ciência proposto por Kuhn, isso se deve à mudança dos critérios de relevância de um problema, após as mudanças de paradigmas.<sup>7</sup> Assim, as perdas de explicação trazem evidências de que certas realizações consideradas relevantes pelas comunidades científicas passadas foram deixadas de lado, o que traz um sério obstáculo à ideia de um progresso cumulativo.

Outra dificuldade em relação à ideia de progresso cumulativo se segue da concepção de desenvolvimento científico de Kuhn, que pode ser vista como uma resposta à sua leitura da história da ciência. Segue-se daí que o progresso cumulativo é uma imagem distorcida da história da ciência. A razão é que essa concepção tradicional depende da operacionalidade de uma metodologia científica para a seleção de teorias, que, todavia, não pode ser executada dada a profundidade das divergências entre os paradigmas em jogo (as unidades fornecedoras de diretrizes de pesquisa, antes e depois da mudança científica).

Separados por uma revolução científica, esses paradigmas são incomensuráveis. As diferenças ontológicas, semânticas e epistemológicas são tais que o

---

<sup>7</sup> Nessa fase, dirigida por realizações sem precedentes, as pesquisas não se prestavam a teste de teoria, não tinham como objetivo a inovação, mas se voltavam à realização do que era esperado alcançar, sem colocar as suas diretrizes principais em jogo.

mundo que se percebe por meio de um esquema conceitual não é o mesmo do que aquele mundo percebido através de um esquema conceitual rival. Adicionalmente, não é possível ter um esquema de tradução termo a termo para as linguagens adotadas pelos paradigmas rivais. Por fim, os padrões de avaliação e os problemas considerados importantes, quando tomados em conjunto, não são os mesmos.

Sendo assim, não existe uma base empírica comum que permita escolher entre os paradigmas à luz dos dados disponíveis. Além disso, os termos encapsulados pelas linguagens rivais são tais que, ainda que sendo os mesmos, seus significados e referências podem ser diferentes. Adicionalmente, a prática científica não mostra que cientistas seguem regras metodológicas para selecionarem teorias, mas sim valores e padrões de avaliação, que podem, por sua vez, ter pesos variados e significados distintos quando aplicados por cientistas atrelados a paradigmas rivais.

Dentro desse quadro, segue-se que regras claras, objetivas e decidíveis não são capazes de promover um progresso cumulativo. Contudo, apesar desse conflito entre Kuhn e a tradição metodológica, ambos compartilham a tese de que a ciência se distingue de outras atividades cognitivas. Para Kuhn, particularmente, um aspecto distintivo da ciência é o progresso que se realiza com as mudanças científicas. Sua ideia é que “áreas criadoras”, como a arte, a teoria política e a filosofia, não exibem o progresso conferido à ciência (KUHN, 1970a, p. 160 e 167).

Considerando que a ciência exibe progresso através das revoluções científicas; que a história das mudanças radicais de compromissos científicos é marcada, com frequência, por perdas de explicação; e, por fim, que tal progresso não pode ser obtido por uma metodologia, como defendia a tradição em filosofia da ciência, a questão que se põe, então, é a de como caracterizar o progresso científico.

## 2.2 *Concepção de progresso na Estrutura*

O modelo de desenvolvimento científico defendido por Kuhn na *Estrutura* e em artigos publicados nos anos 1960 e 1970 estabelece três momentos principais em que avanços significativos ocorrem: quando surge o primeiro paradigma, que marca o estabelecimento da fase madura de uma ciência; quando se pratica a ciência normal, uma atividade dogmática, cumulativa e conservadora que soluciona problemas como se fossem quebra-cabeças; e quando ocorre uma revolução científica, quer dizer, uma mudança de paradigma.

É no contexto de uma mudança revolucionária de paradigma que Kuhn tece paralelos com a teoria da evolução de Darwin. A análise que se segue procurará mostrar dois aspectos.

O primeiro deles é que o recurso à teoria da evolução de Darwin cumpre o papel de mostrar que a sua concepção de progresso e a resistência da tradição filosófica possuem um contraponto na ciência e que, nesse sentido, a natureza heterodoxa da nova noção de progresso científico não a destitui de valor. Sendo

assim, em particular, a biologia evolutiva de Darwin não é recrutada para dar algum tipo de suporte evidencial para a aceitação de uma noção de progresso através das revoluções científicas. O segundo aspecto mencionado diz respeito a como entender o progresso, mas, agora, considerando o desenvolvimento científico como um todo.

Essas aproximações ocorrem depois de Kuhn apresentar as características da sua noção de progresso científico. Porém, antes de tratarmos das semelhanças vistas por Kuhn entre as duas formas de avanço, científico e biológico, convém destacar as características do progresso científico através das revoluções científicas.

O progresso de que se trata aqui acompanha as revoluções científicas. Nesse sentido, é plausível considerar que certas condições para uma mudança de paradigma funcionam também para fornecer características marcantes acerca do avanço resultante. Dessa perspectiva, nota-se que a noção de progresso:

- (1) não é cumulativo, dadas as perdas epistêmicas;
- (2) deve resolver problemas anômalos vinculados ao paradigma em crise;<sup>8</sup>
- (3) deve dar conta de grande parte das *realizações mais concretas* conquistadas anteriormente;<sup>9</sup>

---

8 As anomalias que geraram a crise do paradigma anterior, por exemplo, destacam problemas significativos para as partes rivais da comunidade científica. Obter soluções para algumas delas é um fator importante para o desfecho do debate, sobretudo quando a parte rival não consegue lidar com os mesmos problemas.

9 Kuhn ressalta que existem muitos outros problemas em comum com os quais ambos os paradigmas conseguem lidar. Essa consideração é defendida por Kuhn como uma condição necessária para que uma revolução científica se dê: além de resolver algumas anomalias, o novo paradigma deve se mostrar capaz de solucionar e, assim, “comprometer-se a preservar

(4) deve explicar outros eventos que o paradigma rival não consegue explicar;

(5) não se refere a sucessões aprimoradas de soluções de problemas.

(6) deve ter um aspecto não teleológico.

O ponto 1 é o resultado de uma leitura da história da ciência. (2), (3) e (4) são elementos característicos de uma explicação da formação do consenso resultante de uma revolução científica. E (5) e (6) se seguem da tese da incomensurabilidade entre paradigmas rivais.

Assim, o avanço exibido nas mudanças de paradigmas não é avaliado em função de um objetivo no horizonte previamente colocado. Em particular, Kuhn se contrapõe às vertentes realistas da tradição metodológica, que consideram o progresso cumulativo um processo em direção a uma descrição verdadeira do mundo de que trata. De fato, a *verdade* como objetivo a ser atingido pela pesquisa científica não tem lugar em seu quadro de desenvolvimento científico.

A ideia de que o progresso científico através das revoluções não pode ser compreendido como uma aproximação sucessiva de paradigmas a uma descrição verdadeira da realidade é uma consequência do modelo de desenvolvimento científico proposto por Kuhn. Porque paradigmas científicos fazem uso de vocabulários, métodos, instrumentos e modelos explicativos incomensuráveis, que não podem ser redutíveis um ao outro, para Kuhn, não se segue que a verdade cumpre uma função relevante para o desenvolvimento da ciência em termos objetivos. Dada a tese da incomensurabilidade entre paradigmas, não há o

---

uma parte relativamente grande da capacidade objetiva de resolver problemas conquistada pela ciência com seus predecessores” (KUHN, 1970a, p. 169).

mundo, que seria cada vez melhor espelhado pelas descrições dos sucessivos paradigmas.

Assim, entendemos que, para Kuhn, o progresso que ocorre com as revoluções científicas mostra que o novo paradigma possui uma maior capacidade de enfrentar os problemas significativos, pela comunidade científica,<sup>10</sup> em relação ao paradigma rival.<sup>11</sup> E isso é para ser assim, sem que se aluda a um fim que se põe de maneira antecipada.

Kuhn defende tal processo de avanço científico deve ser entendido com um processo “a partir de algo”, em vez de “em direção a algo” (1970a, p. 172). Mas para tanto, deve haver essa *transposição conceitual*.

Depois de apresentar a necessidade de tal transposição conceitual, Kuhn, na *Estrutura*, começa a estabelecer aproximações com a biologia evolutiva de Darwin. Não sem razão, pois Darwin defendeu o mesmo tipo de mudança de

---

10 O progresso, de alguma maneira, está ligado à resolução de problemas considerados importantes pela comunidade científica. Isso não significa que o progresso da ciência seria considerado a partir da autoridade dos cientistas, que passam a enxergar a própria história de sua área de pesquisa a partir da perspectiva dos compromissos científicos assumidos em sua época. Embora seja isso um fato, alerta Kuhn, isso não deve “sugerir que nas ciências o poder cria o direito”. Tal situação suprimiria as próprias realizações progressivas como parâmetros relevantes nas disputas entre paradigmas rivais (KUHN, 1970a, p. 167). E se isso viesse a ocorrer, segundo Kuhn, poderia até haver revolução sem progresso, mas esta não seria propriamente científica.

11 Para a tradição metodológica, que defende um valor intrínseco dos problemas científicos, as pesquisas empreendidas para as soluções desses problemas não dependem de contexto algum. Todavia, não há recursos financeiros e disponibilidade tecnológica para empreender todo problema científico que se apresente. Nesse sentido, parece plausível que a comunidade científica tenha um papel importante nessa decisão. Assim, a avaliação do progresso em ciência depende em parte de considerações da comunidade científica sobre quais são os problemas importantes, quais deles são resolvidos e quais outros problemas relevantes se apresentam com a expectativa de serem solucionados. Com tal critério de relevância de um problema, Kuhn captura a ideia de problemas científicos podem perder ou ganhar importância, acarretando perdas e ganhos numa revolução científica.

foco. As semelhanças apresentadas dizem respeito à resistência à aceitação de tal transposição por parte de opositores (de Darwin e de Kuhn), bem como a características inerentes ao processo evolutivo nos dois registros.

A biologia anterior à Darwin, Kuhn nos conta, explicava a evolução das espécies considerando a existência de “um plano presente desde o início” e um padrão ou “ideia” a que as espécies se destinariam. Nesse processo, cada novo estágio do desenvolvimento representaria uma “realização mais perfeita” em direção ao padrão posto de antemão (KUHN, 1970, p. 171-2).

Darwin se posicionou contrariamente a essa ideia de uma evolução *em direção a algo*, colocando em seu lugar uma concepção de evolução *a partir de algo*. Assim, a prevalência de certa espécie se daria por sua melhor adaptação às condições impostas pelo meio.

Segundo Kuhn, a maior resistência à aceitação da teoria de Darwin foi causada pela ideia de “seleção natural”, um conceito central para uma explicação não teleológica da evolução dos organismos vivos. Trata-se de um processo “resultante da simples competição entre organismos que lutam pela sobrevivência” (1970a, p. 172). Como nos processos biológicos, nas ciências maduras, *mutatis mutandis*, o processo de seleção supõe comunidades de cientistas esforçando-se para exibir os respectivos méritos dos paradigmas que apoiam, e a seleção se dá com a resolução da revolução científica. No caso da ciência, o que está em jogo num tal processo é a “maneira mais adequada de praticar a ciência futura” (1970a, p. 172).

É possível notar, examinando o encaminhamento dado por Kuhn na *Estrutura*, os seguintes pontos comuns nos dois tipos de processos:

- ambos propõem o mesmo tipo de transposição conceitual e, consequentemente, são fortemente não teleológicos (1970a, p. 170, 171);
- os produtos desses processos envolvem uma “competição” entre componentes que procuram prevalecer diante de certas restrições (1970a, p. 169-72);
- os resultados de períodos de desenvolvimento produzem exemplares (biológicos ou científicos) mais elaborados e especializados (1970a, p. 170, 172);
- as duas propostas têm como opositores aqueles que defendem um avanço que tem em vista um fim (1970a, p. 171-3).

Considerando, como foi destacado, que as características do progresso científico que resulta das mudanças científicas profundas se seguem do quadro conceitual da teoria do desenvolvimento científico defendida por Kuhn, torna-se claro que a caracterização do progresso através das revoluções não precisa de apoio evidencial da teoria da evolução de Darwin. Mas as semelhanças entre os dois tipos de avanço não fornecem apoio adicional à noção de Kuhn de progresso científico (que acontece no período de revolução), porque as dimensões em que tais formas de aprimoramento ocorrem são completamente distintas: uma relativa ao conhecimento científico em mudanças radicais e outra que diz respeito à evolução das espécies. A questão que permanece, então, é a que propósito se prestam tais paralelos?

Um aspecto importante para responder a essa questão é que a ideia da *transposição conceitual* não se segue do quadro kuhniano. E isso nos parece óbvio porque os elementos que compõem a concepção de desenvolvimento científico defendida por Kuhn na *Estrutura* estão articulados para descrever os tipos de avanços em cada fase do desenvolvimento de uma ciência. Porém, esses elementos não têm em perspectiva a dinâmica da ciência como um todo. Considerando os seus primeiros estágios de uma ciência, essa transposição tem início no período pré-paradigmático e o progresso que a história da ciência exhibe deve ser visto a partir daí. Depois de alcançar a maturidade, os estágios sucessivos de consenso, dissenso e revolução “são marcados por um aumento de articulação e especialização do saber científico” (KUHN, 1970a, p. 172).

### 3 A teoria da evolução em *O caminho desde a Estrutura*

Ainda que bastante instigante, o paralelo entre desenvolvimento científico e desenvolvimento biológico não foi aprofundado por Kuhn inicialmente. Sua preocupação imediata após a publicação da *Estrutura* se concentrou na discussão de outros temas também encontrados no livro, como as noções de “paradigma” e “incomensurabilidade”, assim como respostas às acusações de irracionalidade na escolha de teorias (KUHN, 1970a; 1977; 1983).

Foi somente na década de 1990 que Kuhn voltou a tratar do paralelo, procurando levar adiante a analogia evolucionária proposta anteriormente

(1991; 1992; 1993). Em primeiro lugar, Kuhn reitera aí a ideia de que o desenvolvimento científico deve ser compreendido a partir de um ponto inicial, e não em direção a um objetivo final (1991; 1992). Como já fora afirmado na *Estrutura*, o progresso científico não deve ser pensado como aproximação relativa a um objetivo pré-definido, mas como uma melhora progressiva nos recursos para compreender o mundo natural.

Esse, no entanto, é apenas um dos paralelos com a biologia evolucionária — segundo Kuhn, um paralelo diacrônico, envolvendo a relação entre teorias ao longo do tempo.<sup>12</sup> Assim como as espécies biológicas não evoluem em direção a algum espécime definitivo e superior, teorias científicas não se sucedem em direção a um objetivo último, como uma representação perfeita da realidade.

Kuhn propõe um segundo paralelo, agora sincrônico, envolvendo um corte transversal das ciências (1991). Na *Estrutura*, Kuhn diferenciava entre desenvolvimento normal, aquele no qual o paradigma se mantém e em que o conhecimento cresce de maneira cumulativa, e desenvolvimento revolucionário, no qual um paradigma é substituído e o conhecimento é não-cumulativo. Essa distinção é substituída posteriormente por aquela entre desenvolvimentos que exigem mudança de uma taxonomia local e desenvolvimentos que não alteram a taxonomia existente.

Independentemente de como a distinção entre progresso cumulativo e não-cumulativo seja definida, o fato é que Kuhn considera que o modelo de de-

---

12 Nos escritos dos anos 1980 e 1990, ao apresentar a sua nova abordagem do desenvolvimento científico, Kuhn abandona o termo “paradigma” e passa a usar “teoria”.

desenvolvimento-por-revolução, extensamente empregado na *Estrutura*, é limitado.<sup>13</sup> Como ele próprio admite, a substituição de toda uma tradição científica por outra — concebida inicialmente como um paradigma e posteriormente como uma taxonomia — é um evento raro no curso da história da ciência. Em vez disso, o que ele constata é uma especialização crescente dos campos de conhecimento.<sup>14</sup> Assim, explica ele, “o paralelo biológico da mudança revolucionária não é a mutação, como pensei por muitos anos, mas a especiação” (KUHN, 1991, p. 125).

O modelo proposto na *Estrutura* havia, nesse sentido, deixado escapar um elemento essencial do progresso: raramente teorias ocupam o mesmo campo daquelas teorias das quais brotam, porque as teorias descendentes tendem a cuidar de um campo cada vez mais restrito de problemas. Uma nova teoria, geralmente, costuma abarcar somente uma parte dos problemas abordados pela teoria anterior, estabelecendo um campo próprio e mais restrito em relação à tradição científica precedente. Além disso, nada exige que a teoria anterior seja abandonada — ela pode simplesmente se restringir a um novo, e também reduzido, conjunto de problemas.<sup>15</sup>

---

13 Algumas observações ao longo do livro mostra que Kuhn já reconhecia que o desenvolvimento científico envolvia uma especialização crescente. Ele afirma, por exemplo, que estágios sucessivos no processo de desenvolvimento da ciência são “marcados por um aumento na articulação e especialização” (KUHN, 1970a, p. 171). Contudo, é inegável que o desenvolvimento-por-revolução ocupa o lugar prioritário na análise kuhniana da ciência.

14 Tal ideia já estava presente na *Estrutura* (KUHN, 1970a, p. 172), mas, como o próprio Kuhn (1991, p. 97) admite, apenas de passagem.

15 Sobre as formas de resolução de controvérsias segundo Kuhn, ver D’Agostino (2010); Wray (2011).

Essa percepção sincrônica das teorias de um mesmo campo de estudos gera uma nova imagem do desenvolvimento científico. Se antes, Kuhn enxergava o desenvolvimento científico como consistindo de uma substituição de paradigmas, ele passa agora a ver esse mesmo desenvolvimento como consistindo em uma proliferação de novas sub-especialidades, cada qual com sua taxonomia local própria e seu campo de problemas restrito.

Por conta disso, o progresso da ciência concebido dessa forma — como criação de novas especialidade, sem considerar o processo revolucionário — acaba adquirindo duas características principais. A primeira delas é que o número de disciplinas cresce ao longo do tempo, visto que “regularmente existem mais especialidades, depois de uma mudança revolucionária do que havia antes” (KUHN, 1992, p. 120). Além disso, quando visto retrospectivamente, o progresso da ciência acaba adquirindo uma estrutura de árvore, no qual um nóduo inicial, uma disciplina-mãe, vai gerando com o tempo novos nódulos, as disciplinas-filhas.

As mesmas características, segundo Kuhn, ocorrem também na evolução biológica. O surgimento de uma nova espécie, por exemplo, não implica o desaparecimento da espécie da qual deriva. Além disso, via de regra o número de espécies tende a crescer ao longo do tempo: o desenvolvimento biológico é caracterizado por uma proliferação de espécies, assim como o desenvolvimento científico exhibe um aumento no número de especialidade.<sup>16</sup> A evolução biológi-

---

16 Duas observações podem ser feitas aqui. Kuhn não nega que eventualmente certas disciplinas possam desaparecer, assim como espécies biológicas podem ser extintas. Esse foi o caso, por exemplo, tradição da química romântica, que desapareceu no século 19 (KUHN, 1970a, p. 19, n. 11) — ou, no caso da biologia, do desaparecimento de espécies como o megalodon.

ca, semelhantemente ao desenvolvimento científico, apresenta um caráter de árvore (KUHN, 1991, p. 97-8). De acordo com Kuhn, a especialização, e não a mutação ou revolução, é a marca tanto do desenvolvimento científico como do desenvolvimento biológico.

Kuhn menciona ainda outra característica presente em ambos os tipos de desenvolvimento. Há uma dificuldade semelhante no desenvolvimento biológico e no desenvolvimento científico em identificar de maneira precisa quando se dá a mudança de uma espécie/taxonomia a outra. A mudança, que retrospectivamente pode parecer radical e abrupta, consiste na verdade numa sequência de pequenas alterações incrementais.

Desenvolvimento científico e biológico assemelham-se também quanto à dependência da limitação da possibilidade de interações. O que constitui exatamente uma nova espécie biológica ou uma nova especialidade científica? A resposta-padrão para a biologia é conhecida: dois seres pertencem a espécies diferentes quando não são capazes de produzir descendentes férteis. Qual seria o critério para distinguir duas teorias científicas? De acordo com Kuhn, esse lugar é ocupado pela incomensurabilidade semântica, entendida como a impossibilidade de formular sentenças idênticas a partir das diferentes teorias, em função da incompatibilidade taxonômica.

O recurso que serve para manter a especificidade das disciplinas científicas é precisamente a “incomensurabilidade”. A noção de incomensurabilidade

---

No caso da evolução biológica, é preciso ainda considerar que a proliferação de espécies é frequentemente interrompida por eventos cataclísmicos que levam a extinções em massa, como a extinção do Cretáceo-Paleógeno que levou ao desaparecimento dos dinossauros e de grande parte da biodiversidade terrestre.

havia sido umas das principais contribuições teóricas da *Estrutura*.<sup>17</sup> Foi também uma das mais criticadas, por supostamente ensejar conclusões relativistas e irracionais. Por esse motivo, Kuhn passou as décadas seguintes buscando dar maior precisão ao termo, em especial quando pensado em um sentido semântico.<sup>18</sup>

Seja como for, o fato é que a incomensurabilidade na *Estrutura* tinha um caráter primordialmente negativo. No domínio semântico, destacava a impossibilidade de operar uma tradução termo-a-termo entre linguagens associadas a paradigmas rivais. No domínio epistemológico, negava a existência de um lugar neutro, privilegiado, uma espécie de “plataforma arquimediana” de onde as avaliações imparciais sobre os méritos epistêmicos e pragmáticos de paradigmas rivais poderiam ser feitas.

Nos artigos escritos a partir dos anos 1980, Kuhn atribui à incomensurabilidade uma função positiva (1991). Ela é vista agora como provendo o tipo de isolamento necessário para que uma comunidade científica possa desenvolver as ferramentas cognitivas necessárias para lidar com um campo restrito de problemas. As diferenças genéticas que impedem o cruzamento entre espécies, e a incomensurabilidade taxonômica que dificultam a comunicação entre cientistas, não são apenas *critérios* de distinção entre espécies e ciências, respectivamente, mas funcionam acima de tudo como *mecanismos* de produção de unidades mais adaptadas.

---

17 A ideia de que teorias científicas podem ser incomensuráveis foi desenvolvida simultaneamente por Feyerabend (1962).

18 Para um visão detalhada do assunto, confira: Kuhn (1981; 1989; 1991; 1992; 1993); Chen (1997); Sankey (1993); Hoyningen-Huene (1990); Marcum (2015); Mizrahi (2018).

Assim, a incomensurabilidade abre caminho para a criação e o desenvolvimento de novos léxicos e taxonomias distintos. As barreiras linguísticas impostas por léxicos incomensuráveis facilitam a resolução de quebra-cabeças específicos, tornando possível resolver problemas com os quais uma ciência lexicalmente homogênea seria incapaz de lidar. Segundo Kuhn, “[m]uito provavelmente, é a conseqüente especialização da diversidade lexical que permite às ciências, tomadas conjuntamente, solucionar os quebra-cabeças colocados por um domínio mais amplo de fenômenos naturais do que uma ciência lexicalmente homogênea poderia alcançar” (1991, p. 99).

Os processos de individuação de especialidades científicas e de especiação biológica, dependentes de mecanismos que limitam o contato possível, não apenas caracterizam, respectivamente, as duas atividades, mas também explicam por que a ciência progride e as espécies biológicas evoluem. “[o] âmbito limitado de possíveis parceiros para um intercuro frutífero”, Kuhn esclarece, “é a condição essencial para o que é conhecido como progresso, tanto no desenvolvimento biológico quanto no desenvolvimento do conhecimento” (1991, p. 99). Na biologia, a pressão ambiental favorece a reprodução de determinadas mutações. No caso dos cientistas, isso significa desenvolver taxonomias novas, de modo a resolver uma classe dos problemas recalcitrantes para a teoria anterior.

O conhecimento científico, assim, avança por meio da proliferação de especialidades, cada uma mais apta a um horizonte restrito de problemas. “A proliferação de estruturas, práticas e mundos”, explica Kuhn, “é o que preserva a

amplitude do conhecimento científico; a prática intensa nos horizontes dos mundos individuais é o que aumenta sua profundidade” (1993, p. 250). Tomadas coletivamente, “as várias comunidades de especialidades científicas são mais capazes para realizar seus objetivos” (WRAY, 2011, p. 75).

Outro paralelo entre desenvolvimento científico e biológico apontado por Kuhn diz respeito à unidade que sofre a especiação. No mundo real, existem apenas indivíduos biológicos e cientistas individuais. No entanto, para entender o desenvolvimento biológico e científico, é preciso considerar uma unidade analítica distinta — o grupo. Na biologia, este é o *pool* gênico compartilhado pelos organismos individuais. No caso da ciência, é a estrutura lexical — a congruência entre os léxicos individuais.

Tanto no caso biológico como no caso da ciência, os grupos não são simplesmente uma soma dos indivíduos que os constituem (KUHN, 1993, p. 242-3). A comparação entre mudanças de *gestalt* e mudanças de teorias constituía o exemplo mais claro dessa confusão, na qual categorias individuais se misturavam com categorias sociológicas (KUHN, 1989; 1993).

Em seus artigos mais recentes, porém, Kuhn se afasta de posições psicologistas, buscando distinguir indivíduos e comunidades. A unidade de seleção são os indivíduos reais; mas são os grupos que constituem as unidades de análise. Quem sofre a mutação é uma população, e não os indivíduos. Há, assim, uma “primazia da comunidade sobre seus membros”.

O último paralelo apontado por Kuhn refere-se à relação mundo-teoria ou mundo-léxico. A biologia evolutiva considera que as espécies e seus ambien-

tes não se definem de maneira independente; ou melhor, que ambos se se definem conjuntamente, por sua adaptação simultânea. O mesmo, propõe Kuhn, se dá no caso da ciência. Teorias e mundo se constituem conjuntamente: nossas descrições sobre o mundo e o mundo se ajustam mutuamente. Por um lado, o mundo empírico delimita as teorias que podem ser aceitas; por outro, nossas teorias dizem que tipo de coisas há no mundo.

Isso, como nota Kuhn, gera um certo desconforto. Afinal, estamos acostumados a pensar que o mundo de algum modo precede nossas descrições sobre ele, e que o mundo e as criaturas que nele habitam se definem de maneira independente. Kuhn não é um idealista, para quem o mundo seria “inventado ou construído” (KUHN, 1991, p. 101). A existência de uma realidade externa como um todo não depende, para ele, da mente humana. Kuhn sugere, entretanto, que *alguns aspectos* do mundo com os quais os cientistas interagem entre si são determinados pelos processos de educação e socialização. Nesse sentido, “realidade é tomado como significando tudo o que não está sujeito à nossa própria vontade; a realidade oferece resistência aos nossos esquemas mal-concebidos, como os pragmatistas dizem” (CHANG, 2012, p. xix).

Mesmo para o caso da evolução biológica, a noção de um mundo fixo possui limitações consideráveis. As espécies evoluem em conformidade com o habitat. Por esse motivo, muitas delas possuem tanta dificuldade para sobreviver em ambientes novos, dada a alta dependência a um nicho específico. Ocorre que o ambiente em que essas espécies vivem também se adapta, se podemos dizer assim, às espécies que nele vivem. Podemos pensar, por exemplo, na função

das abelhas como agentes polinizadores. Não foram as abelhas que se adaptaram a um nicho preexistente, mas ambos, espécie e nicho, que coevoluíram ao longo do tempo.

Segue-se daí a proposta de um *kantismo pós-darwiniano*, mencionada especialmente no artigo “The road since *Structure*” (KUHN, 1991, p. 104). Como Kant (1787), Kuhn considera que nossa experiência do mundo é dependente de categorias conceituais que estabelecem os limites do possível. Mas enquanto Kant considerava essas categorias como transcendentais, Kuhn vê o léxico como historicamente dependente, e mudando de modo a se adaptar às anomalias conceituais que surgem — ao contrário de Kant, que considerava as formas de intuição empírica e as categorias do entendimento como transcendentais. Além disso, como no caso da evolução biológica, Kuhn considera que as alterações lexicais devem ser pequenas (ainda que não graduais), visto que de outro modo “não poderiam existir cabeças-de-ponte que permitissem a um membro de uma delas adquirir o léxico da outra” (KUHN, 1991, p. 104).

Essa concepção contrasta fortemente com a visão revolucionária da *Estrutura*, na qual a ciência era encarada como permeada por mudanças radicais de paradigmas. Agora, por conceber o desenvolvimento científico como ditado pela dinâmica da especiação, mais do que pela revolução, Kuhn encara a sucessão de teorias ao longo do tempo como uma mudança paulatina de “pequenas mudanças incrementais nas crenças” (1992, p. 112).

#### 4 Os usos da analogia

Nas seções anteriores, expusemos os paralelos que Kuhn traçou entre a teoria da evolução e o desenvolvimento científico. Agora, porém, cabe perguntar: qual é a função dessas analogias para a teoria de Kuhn?

Com base no que apresentamos, entendemos que, na *Estrutura*, as aproximações entre esses dois processos de desenvolvimento possuem um duplo objetivo: cumprem uma função terapêutica e servem como modelo para uma perspectiva evolucionária do desenvolvimento científico.

Como notamos, é explícito na *Estrutura* que as disputas científico-metafísicas acerca do conceito de evolução biológica alertam e evidenciam que as críticas a uma noção de progresso científico concebida sem um fim prefixado, ainda que previsíveis e amplamente apoiadas, não retiram a legitimidade de sua defesa. É nesse sentido que há um aspecto tranquilizador na maneira com que Kuhn exhibe essa analogia.

Também importa ressaltar que a concepção de desenvolvimento científico elaborada por Kuhn ao longo da *Estrutura* não foi pensada e defendida para se encaixar a um processo evolucionário tal como descrito por uma visão darwiniana de evolução. A abordagem de Kuhn tem como base a história das ciências empíricas — particularmente, da física e da química —, a sociologia e a psicologia social dos cientistas (KUHN, 1970a, p. 8). São sobretudo esses elementos que moldam a concepção de Kuhn sobre o modo como a ciência avança ao longo do tempo.

Mesmo a ideia de que o avanço científico prescinde de uma concepção que tenha a verdade como objetivo, como destacamos, não depende da ideia de evolução que Kuhn atribui a Darwin. As dimensões ontológica, semântica e epistemológica da incomensurabilidade, salientadas por Kuhn na *Estrutura*, bastam para extrair tal consequência antirrealista.

O resultado de não ter um objetivo posto de antemão para o qual a ciência estaria a serviço provoca uma “transposição conceitual”: a ideia de evolução do conhecimento científico deve ser tomada a partir do que sabemos, em vez de se voltar para o que desejamos conhecer, defende Kuhn. Essa transposição, a nosso ver, fornece a perspectiva kuhniana para se compreender a evolução do conhecimento científico dentro da proposta apresentada na *Estrutura*.

De fato, Kuhn explica que a sua concepção de *desenvolvimento científico* mostra que o processo de evolução das ciências se dá “a partir de um princípio primitivo”, ou seja, a partir do dissenso pré-paradigmático. Podemos dizer que tal campo de estudo desarticulado obtém um progresso contundente com a aquisição do primeiro paradigma. Depois disso, o paradigma adquirido delinea uma pesquisa conservadora e dogmática que, explorando os seus limites teóricos e experimentais, apresenta um progresso cumulativo. Por fim, do paradigma estagnado e em crise à ampla aceitação do novo paradigma, o progresso ocorrido através das revoluções científicas resulta de o novo paradigma propor resoluções mais precisas de problemas considerados importantes para a comunidade científica, que fornecem maior entendimento da mundo de que trata,

além de explicar parte relevante dos problemas a que o seu antecessor respondia satisfatoriamente.

Todavia, o modo de ler a concepção de Kuhn acerca do desenvolvimento científico não se segue do próprio quadro proposto ele. Como se pode ver, Kuhn não se refere ao progresso circunscrito no período revolucionário, mas ao *desenvolvimento da ciência como um todo*.

Com base nesse aspecto podemos levantar a outra função do recurso à teoria da evolução de Darwin, na *Estrutura*: além de uma função terapêutica, a analogia evolutiva possui também o propósito de mostrar em que sentido a concepção de desenvolvimento científico ali defendida pode ser considerada como um processo evolucionário. Nesse sentido, a biologia evolutiva de Darwin cumpre o papel de parâmetro de uma posição evolucionária.

Esse papel da teoria da evolução continua presente quando Kuhn retoma a analogia dos processos de avanço científico e biológico, nos anos 1990. Todavia, nessa segunda abordagem, tal aproximação é acrescida de uma função adicional, bem mais importante. Tanto o desenvolvimento científico quanto o desenvolvimento biológico passam a ser vistos, muito mais claramente do que na *Estrutura*, como instâncias de mecanismos mais gerais de desenvolvimento.

O mesmo mecanismo geral ocorre grosso modo tanto na biologia quanto na ciência. A diferença diz respeito à forma como esses mecanismos são instanciados em cada campo. Por exemplo, enquanto as espécies biológicas são separadas por diferenças genéticas que impedem o cruzamento, cientistas são incapazes de comparar determinadas crenças pela falta de uma taxonomia comum

(1991). Os princípios gerais que comandam o desenvolvimento nos dois casos, porém, são os mesmos: isolamento, adaptação e proliferação.

Segundo Kuhn, para entender a natureza da ciência é preciso compreender os “princípios que governam todo processo de desenvolvimento” (1992, p. 115) — as “características necessárias de qualquer processo de desenvolvimento ou evolução” (1992, p. 119). Nesse sentido, entender os elementos ligados à evolução biológica contribui para a compreensão dos mecanismos gerais de desenvolvimento, que também operam, segundo Kuhn, no caso do desenvolvimento científico.

Portanto, tomar a teoria da evolução de Darwin como modelo é uma característica das reflexões de Kuhn sobre o desenvolvimento científico. Se na *Estrutura* o reconhecimento desse aspecto exige alguma interpretação, os artigos da década de 1990 tornam explícito esse propósito.

Contudo, o novo modo como são traçados os paralelos entre os desenvolvimentos biológico e científico se conecta a um processo mais geral na filosofia de Kuhn de “desnaturalização” (BIRD, 2002). Enquanto a *Estrutura* se assentava sobre uma abordagem naturalista do desenvolvimento científico, o que se nota pelo valor atribuído às informações empíricas provenientes da história da ciência e do comportamento dos cientistas, os artigos da década de 1980 e 1990 apresentam uma abordagem filosófica marcada por aspectos abstratos. Ter tomado tais informações empíricas como fonte de evidências e enfatizado o seu aspecto crucial para uma concepção de desenvolvimento científico teria sido um exagero, segundo Kuhn: “uma epistemologia evolucionária não precisa ser

uma epistemologia naturalizada” (1991, p. 95). Em outro artigo, Kuhn afirma ainda que muitas das conclusões da *Estrutura* que foram obtidas com base na história da ciência poderiam ser alcançadas por primeiros princípios. Com base nisso, ele argumenta que um modelo de desenvolvimento científico deveria se basear em primeiros princípios para reduzir a aparente contingência associada aos estudos históricos e também para oferecer uma perspectiva diferente “do que está em jogo em processos avaliativos” (KUHN, 1992, p. 112).

Enfim, no bojo dos artigos produzidos no final dos anos 1980 e início dos 1990, a evolução é vista por Kuhn como um mecanismo mais geral, presente tanto na natureza (e, portanto, descrito pela biologia) como na ciência (e, portanto, descrito pela filosofia). Assim, uma compreensão apropriada da evolução biológica não apenas facilitaria uma mudança de perspectiva, como também permitiria explicar aspectos relevantes da atividade científica (dado que tanto o desenvolvimento científico quanto o desenvolvimento biológico partilham de características semelhantes).

Tomando as aproximações entre desenvolvimento científico e biológico, estabelecidas por Kuhn nos dois momentos especificados neste artigo, nota-se uma perda. Kuhn deixou de considerar o aspecto terapêutico a que se destinam, na *Estrutura*, as circunstâncias históricas adversas que envolveram a aceitação da teoria de Darwin. Contudo, foi preservado o domínio ao qual ela é aplicada: o desenvolvimento científico como um todo.

Quanto a esse ponto, argumentamos que a analogia evolucionária na *Estrutura* não se refere a um momento específico — no caso, revolucionário —

em que certo progresso científico não cumulativo se apresenta, mas a um processo que vem desde uma fase primitiva. As reflexões dos anos 1990 mostram, de uma perspectiva sincrônica, como o desenvolvimento das teorias científicas se desdobra. Uma perspectiva que ao explorar esquemas conceituais e léxicos permite explorar princípios abstratos que dirigem esse desdobramento. Mesmo com essas mudanças importantes de abordagem, bem como o fato de passar a enfatizar a adaptação dos processos de especialização das teorias científicas, no lugar da mutação, foi garantida à biologia evolutiva a função de iluminar o aspecto evolucionário da concepção de ciência de Kuhn.

## Referências

BIRD, A. Kuhn's Wrong Turning. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, v. 33, n. 3, p. 443-63, 2002.

CHANG, H. *Is water H<sub>2</sub>O? Evidence, realism, and pluralism*. Dordrecht: Springer, 2012.

CHEN, X. Thomas Kuhn's latest notion of incommensurability. *Journal for General Philosophy of Science*, v. 28, p. 257-73, 1997.

COLLINGWOOD, R. G. *The idea of history*. Oxford University Press, 1956.

D'AGOSTINO, F. *Naturalizing epistemology: Thomas Kuhn and the 'essential tension'*. Hampshire: Palgrave Macmillan, 2010.

FEYERABEND, P. Explanation, reduction and empiricism. *In: FEIGL, H. and MAXWELL, G. (eds.). Scientific explanation, space, and time* (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume III). Minneapolis: University of Minneapolis Press, 1962, p. 28-97.

HOYNINGEN-HUENE, P. Kuhn's conception of incommensurability. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 21, n. 3, p. 481-92, 1990.

HULL, D. *Science as process*. Chicago: University of Chicago Press, 1988.

KANT, I. *Crítica da razão pura*. São Paulo: Vozes, 2015 [1787].

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. 2<sup>nd</sup> ed. Chicago: Chicago University Press, 1970a.

KUHN, T. S. Reflections on my critics. *In: KUHN, T. S. The road since Structure*. Chicago: Chicago University Press, 2000 [1970b], p. 123-75.

KUHN, T. S. What are scientific revolutions? *In: KUHN, T. S. The road since Structure*. Chicago: Chicago University Press, 2000 [1981], p. 13-32.

KUHN, T. S. Commensurability, comparability, communicability. *In: KUHN, T. S. The road since Structure*. Chicago: Chicago University Press, 2000 [1983], p. 33-57.

KUHN, T. S. Possible worlds in history of science. *In: KUHN, T. S. The road since Structure*. Chicago: University of Chicago Press, 2000 [1989], p. 58-89.

KUHN, T. S. The road since *Structure*. *In: KUHN, T. S. The Road since Structure*. Chicago: University of Chicago Press, 2000 [1991], p. 90-104.

KUHN, T. S. The trouble with the historical philosophy of science. *In: KUHN, T. S. The road since Structure*. Chicago: University of Chicago Press, 2000 [1992], p. 105-20.

KUHN, T. S. Afterwords. In: KUHN, T. S. *The road since Structure*. Chicago: Chicago University Press, 2000 [1993], p. 224-52.

MARCUM, J. The evolving notion and role of Kuhn's incommensurability thesis. In: DEVLIN, W. J.; BOKULICH, A. (eds.). *Kuhn's Structure of Scientific Revolutions – 50 Years On*. Heidelberg/New York/Dordrecht/London: Springer, 2015, p. 115-34.

MIZRAHI, M. *The Kuhnian image of science: time for a decisive transformation?* London: Rowman & Littlefield Publishers, 2018.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research programs. In: LAKATOS, I.; A. MUSGRAVE, A. (eds.). *Criticism and the growth of knowledge*. London/New York: Cambridge University Press, 1970, p. 91-196.

LAUDAN, L. *Progress and its problems: toward a theory of scientific growth*. London: Routledge and Kegan Paul, 1977.

LAUDAN, L. *Science and relativism: some key controversies in the philosophy of science*. Chicago: University of Chicago Press, 1990.

POPPER, K.R. *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson, 1959.

POPPER, K.R. Truths, rationality, and the growth of scientific knowledge. In: POPPER, K. R. *Conjectures and refutations*, London: Routledge, 1963, p. 215-50.

POPPER, K. *The myth of the framework: in defence of science and rationality*. London: Routledge, 1994.

RENZI, B. G.; NAPOLITANO, G. The Biological Metaphors of Scientific Change. In: MIZRAHI, M. (ed.). *The Kuhnian Imagem of Science: Time for a Decisive Transformation?* Rowman Littlefield International, 2018, p. 177–190.

SANKEY, Howard. Kuhn's changing concept of incommensurability. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 44, n. 4, p. 759-74, 1993.

TOULMIN, S. E. *Human understanding, v. 1* – The collective use and evolution of concepts. Princeton University Press, 1972.

WRAY, K. B. *Kuhn's evolutionary social epistemology*. New York: Cambridge University Press, 2011.



Esta obra está licenciada sob a licença [Creative Commons Atribuição – Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).