

Reflexões Introdutórias sobre as Características do Pensamento Científico na História Ocidental: da Razão Clássica à Complexidade Pós-Moderna

Introductory Reflections on the Characteristics of Scientific Thought in Western History: from the Classical Reason to the Postmodern Complexity

Rúbia Wanessa dos Reis Cruz¹, Anna Elizabeth Galvão Coutinho Correia² e Alberto Santos Arruda³

^{1,2}Universidade Federal de Pernambuco, UFPE

³Universidade Federal da Paraíba, UFPB

Como citar: Cruz, R. W. R., Correia, A. E. G. C. & Arruda, A. S. (2021). Reflexões Introdutórias sobre as Características do Pensamento Científico na História Ocidental: da Razão Clássica à Complexidade Pós-Moderna. *Connection Scientific Journal*, 4(1), 35-51. <https://doi.org/10.51146/csj.v4i1.38>

Recebido em: 2021-02-12. **Aceite em:** 2021-04-15. **Publicado em:** 2021-04-28.



Resumo

A história da ciência busca compreender o processo de estruturação e de transformação do pensamento científico ao longo do tempo e suas implicações nas formas de construção do conhecimento. O objetivo desta reflexão qualitativa, bibliográfica e exploratória é destacar, de forma não exaustiva e não universal, as características dos pressupostos epistemológicos que emergiram na ciência em diferentes eras históricas. Adotando-se a concepção da estrutura das revoluções científicas proposta por Kuhn (1998) como componente sustentador, o trabalho apresenta as perceptíveis transformações do pensamento científico desde o classicismo racional até a complexidade requerida pela ciência atual. Termina-se por assumir que a complexificação anunciada pela Pós-Modernidade não faz dela um modelo ideal de se fazer ciência, que outras transformações vieram a reboque e que a própria noção de complexidade admite a coexistência dos diferentes paradigmas historicamente apresentados.

Palavras-chave: história, ciência, paradigmas, evolução

Abstract

The history of science seeks to understand the process of structuralization and transformation of scientific thought over time and its implications in knowledge construction. The objective of this qualitative, bibliographic, and exploratory reflection is to highlight, in a non-exhaustive and non-universal way, characteristics of the epistemological assumptions that have emerged in science in different historical eras. Adopting the concept of the structure of scientific revolutions proposed by Kuhn (1998) as a supporting component, the work presents the perceptible transformations of scientific thought from rational classicism to the complexity required by current science. It ends by assuming that the complexity announced by Post-Modernity does not make it an ideal model for doing science, that other transformations have come to the fore and that the very notion of complexity admits the coexistence of the different paradigms historically presented.

Keywords: history, science, paradigms, evolution

Há mais de meio século, o historiador Hebert Butterfield (1900-1979) já afirmava que a história da ciência tenderia a ser a disciplina mais importante da contemporaneidade. Ela seria a ponte entre todos os cientistas e o entendimento sobre o local da ciência no mundo. Do período clássico ao pós-moderno, a ciência transpôs formas distintas de misticismo e disciplinou o senso comum de modo a superar suas falhas. Por meio dela, as civilizações encontraram meios para sobreviver, utilizando-a para compreender a instabilidade dos fenômenos da natureza para dominá-los, bem como para fazer do conhecimento não o simples produto, mas a matéria-prima da construção sociocultural transmitida entre gerações.

Dessa forma, falar de ciência não se resume a discorrer sobre os mais importantes enganos e descobertas, sobretudo ocorridos no apogeu da Modernidade, nem a citar os grandes nomes envolvidos. Consiste em compreender o processo de estruturação e desestruturação do pensamento científico desde a idade antiga até ampliar as discussões para a complexidade atual, que estabelece a relação entre a ciência e os demais componentes de uma engrenagem (política, economia, sociedade e cultura) que faz com que a humanidade se perpetue.

Assim, contar a história do pensamento científico sob uma linha do tempo marcada, precisa e exaustiva, evidenciando os marcos das mudanças e os palcos sociais, políticos e econômicos, não é a pretensão deste constructo, tampouco apresentar uma relação dos conceitos de ciência firmados ao longo do tempo que percorrem as áreas do conhecimento. O objetivo deste estudo é destacar, de forma crítica e não universal, as características dos pressupostos epistemológicos que emergiram na ciência nas diferentes eras históricas.

Trata-se de uma revisão narrativa, com finalidade exploratória, bibliográfica quanto às fontes, realizada de maneira não sistemática quanto à coleta. Em sua primeira seção, apresenta uma contextualização basilar sobre a estrutura das revoluções científicas. A segunda expõe as características que conduziram o pensamento científico na era clássica, no período medieval e as bases da ciência moderna. A terceira discorre sobre as características da última crise que tem fundamentado a ciência pós-moderna. A quarta apresenta as tipologias metodológicas e o modo de realização da pesquisa, seguida das últimas considerações sobre o percurso apresentado.

Introdução sobre a Natureza e a Estrutura das Revoluções Científicas

Kneller (1980) propõe duas concepções sobre a ciência que refletem as diferenças entre o pensamento original e o pensamento atual. Na primeira, afirma que “ciência é o conhecimento da natureza e a evolução desse conhecimento” (p. 11). Nota-se que essa definição reafirma os primeiros pressupostos do pensamento científico no Ocidente: os objetos não naturais não são passíveis de investigação, um forte traço do paradigma tradicional sustentado na Modernidade. Na segunda, o autor reforça o seu caráter mutável, ao demonstrar um forte traço da ciência atual: a ciência “útil”. Para ele, “ciência é uma força cultural e uma fonte de informação indispensável à tecnologia”.

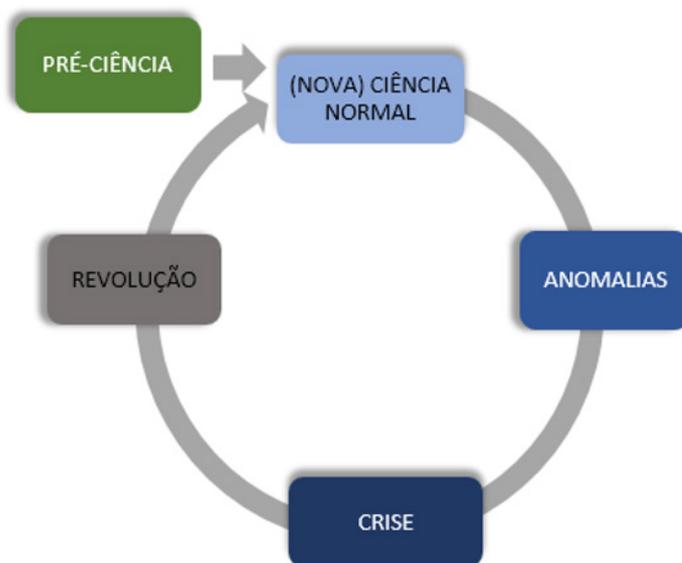
Diante dessa percepção de mutabilidade, Ziman (1979, p. 18) afirma que definir ciência é uma tarefa difícil e intimidadora e, por isso, “querer dar uma resposta à pergunta ‘Que é Ciência?’ demonstra tanta presunção quanto tentar definir o sentido da própria vida”, de forma que, “para se dar uma relação de todas as respostas e de suas infinitas variações, seria preciso escrever uma história completa do pensamento ocidental”.

Para Butterfield (1949), o papel da ciência, ao longo do tempo, não se resumiu a solucionar problemas, mas a alterar as estruturas mentais e sociais durante o processo, ou, no mínimo, a descobrir que para solucionar os problemas emergentes seria necessário que os cientistas se permitissem repensar modelos, o que provocaria incômodos que alterariam toda a tessitura do universo material e da vida humana. E foi por se permitir questionar modelos que a ciência contribuiu para que a humanidade alcançasse o estado atual. Tais questionamentos foram feitos por meio de verdadeiras batalhas intelectuais, nas quais o maior inimigo era a resistência em se desfazer de modelos antigos. A quebra de um paradigma científico é uma das ações mais difíceis e cansativas para os que atuam no ramo.

Para melhor compreensão sobre como a ciência evoluiu e continuará evoluindo, Thomas Kuhn (1922-1996) propôs um modelo que chamou de Estrutura das Revoluções Científicas, no qual sugere haver um padrão evolutivo, representado pela Figura 1.

Figura 1

Estrutura das Revoluções Científicas



Nota: Elaborado pelos autores com base em Kuhn (1998).

Conforme o modelo, a ciência e as ciências vivem um período inicial, denominado de pré-ciência, ou período pré-científico, que corresponde a uma fase em que seus componentes ainda não estão organizados e suas ações são dispersas e desestruturadas. Uma vez que a comunidade científica se estrutura e se organiza em torno de leis, teorias, métodos, técnicas, e instrumentos, um modelo passa a ser adotado, o que a coloca em um estado de Ciência Normal. Esta surge após a adoção de um paradigma, definido como “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, forneceram problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (Kuhn, 1998, p. 53). Esse paradigma sugere os problemas a serem resolvidos, os métodos utilizados e as teorias que conduziram a formação de ambos. Nesse sentido, as pesquisas realizadas estão comprometidas com as mesmas regras e padrões de práticas, induzidas à confirmação desse paradigma. De acordo com Kuhn (1998), uma ciência normal não está em busca de novas reflexões, mas é orientada a descobrir o que se espera e provar o que se precisa, em um processo contínuo de validação de si mesma.

A partir desse primeiro estágio, a ciência e as ciências estão sujeitas a questionamentos, cujos processos de busca pelas soluções de novos problemas podem provocar uma mudança em seu estado normal, gerando a modificação dos padrões e dos objetos de investigação, desviando-os do roteiro programado. É nesse momento que ocorrem as anomalias científicas. Para Kuhn (1998), elas representam “o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se, então, uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia” (p. 128).

O que pode ser considerada uma das maiores anomalias científicas, que mudou as concepções não só da Astronomia e da Física, mas de todo um pensamento ocidental e representou uma das marcas da revolução científica moderna, são as descobertas no campo da gravitação. Ela foi o início da reflexão que, ao final, desbancou teorias que perduraram durante as Idades Antiga e Média. Sobre isso, Butterfield (1949) explica que:

Ao estudarmos a obra de Copérnico, ficou esclarecido que a hipótese da rotação diária e anual da Terra apresentava, inicialmente, duas enormes dificuldades: a primeira era o problema da dinâmica. A questão era a seguinte: qual o poder que entrava em ação [sic] para manter em movimento esta Terra tão pesada (assim como todos os outros corpos celestes)? A segunda era mais complicada e requeria algumas explicações. Tratava-se da questão da gravidade. Segundo as antigas teorias do cosmos, todos os corpos graves tendiam para cair para o centro da Terra, porque este era o centro do universo. Não importava se esse material terreno e pesado se situava, momentaneamente, na superfície imaculada de uma estrela distante. [...] De fato, supondo que Deus tinha criado outros universos para além do nosso e que podia encontrar um pedaço de material terreno num destes, este pedaço continuaria a tender para o centro do nosso universo [...]. No entanto, se aceitasse a ideia de uma Terra descrevendo uma órbita espacial em volta do sol, tal globo não poderia continuar a ser encarado como o centro do universo. Nesse caso, como poderia ser explicada a existência da gravidade? (p. 28)

Nesse sentido, a investigação das anomalias pode seguir por três caminhos: 1) ajustar a teoria do paradigma de forma que a anomalia seja convertida ao esperado; 2) desconsiderar o objeto como passível de ser cientificamente investigado; ou 3) admitir que o conjunto de leis, teorias e métodos daquele paradigma não é capaz de responder à nova problemática e que seus princípios precisam ser revistos. Esse é o momento em que o Kuhn (1998) denominou como tomada de consciência da anomalia. A partir dele, inicia-se o processo de crise, no qual o totalitarismo das crenças que compõem o paradigma vigente passa a ser questionado, abrindo-se espaço para que novas teorias, leis e modelos sejam encontrados, o que conduzirá à revolução, que promove o surgimento de um novo paradigma, ou seja, uma nova ciência normal.

No caso da teoria gravitacional, o momento de crise se consolidou quando, de acordo com a narrativa de Butterfield (1949), não foi mais possível sustentar a ideia de que os planetas orbitavam ao redor de um centro e sobre seu próprio eixo estabelecidos sobre esferas cristalinas que formavam os firmamentos rotativos. A partir de então, os cientistas precisaram procurar outra explicação sobre como esses corpos celestes se mantinham em movimento, sem cair no vazio do universo.

Como demonstra a Figura 1, de maneira cíclica, o surgimento de uma nova ciência normal não encerra o processo de progressão da ciência. Ela está sempre sujeita a questionamentos, o que conduz à repetição do processo tantas vezes quanto necessário.

Breve Contextualização sobre os Primeiros Fundamentos da Ciência: do Período Clássico ao Moderno

Considerando o entendimento sobre formação de cultura em uma perspectiva biológico-evolutiva, não é possível precisar quando o ser humano iniciou a busca racional pelo conhecimento visando solucionar problemas e compreender os fenômenos da natureza. Contudo, tendo em vista o modelo proposto por Kuhn (1998) sobre a Estrutura das Revoluções Científicas, pode-se atribuir à pré-história o período considerado pré-ciência, ou pré-pensamento científico.

Bittar (1994) denomina esse momento de época de misticismo e afirma que esse foi um “período de completa submissão do homem às forças naturais totalmente incompreensíveis, onde a religião fantástica da mitologia compunha um quadro de cores desconhecidas, ocupando o homem mera posição de espectador do incognoscível” (p. 228). Uma das principais diferenças entre o período mítico e o período científico vivido até os dias de hoje, para além da ausência dos registros de informações, responsáveis pela validação do conhecimento científico, é, para Marcondes (2001), que o conhecimento não era produto de autores, mas sim de uma construção sociocultural transmitida entre gerações, e, por ser comunicado via oralidade, não apresenta uma origem cronológica definida. Dessa forma, não havia métodos e teorias oficiais. Ou seja, não havia um paradigma dominante. A adoção de um paradigma foi um dos principais traços que introduziram o pensamento científico na história da civilização ocidental, sobretudo na Grécia antiga, onde foram firmadas o que se conhece como as primeiras concepções sólidas acerca da ciência como caminho de investigação e, conseqüentemente, do conhecimento filosófico-científico. Seu principal marco foi o desenvolvimento da escrita, devido a necessidade de se possuir uma fonte de conhecimento passível de explicação lógica, de forma que nem o mito nem a opinião deveriam ser fontes de conhecimento confiáveis.

Vasconcellos (2009) afirma que três pensadores foram os principais expoentes que conduziram as primeiras manifestações responsáveis pela transição mencionada anteriormente. Eles fundaram as bases das características que sustentaram esse paradigma no período pré-socrático (VI a V a.C.): Thales (624-562 a.C.) foi o primeiro a romper com o mito da pré-história, introduzindo a filosofia da natureza, o que fomentou as primeiras noções sobre a razão empírica como fonte de conhecimento; Anaximandro (610-546 a.C.), discípulo de Thales, introduziu a concepção do idealismo, afirmando que as bases para o conhecimento são abstratas, não palpáveis e não tangíveis, mas puramente ideais; já Anaxímenes (585-524 a.C.) conferiu ao conhecimento uma perspectiva realista ao defender que a realidade pode explicar tanto o ideal quanto o real.

Sem desconsiderar as diferenças de pensamento entre os filósofos pré-socráticos, Marcondes (2001) resume os principais conceitos explorados pelo pensamento racionalista dominante durante o período, como apresentado na Figura 2.

Figura 2*Conceitos Característicos do Período Pré-Socrático*

Conceitos	Descrições
Noção de <i>Physis</i>	Tem o mundo natural como objeto de investigação. Suas teorias buscam dar uma explicação causal aos processos e fenômenos naturais na própria realidade, e não fora dela.
Causalidade	O estabelecimento de uma conexão causal entre determinados fenômenos naturais é a forma básica da explicação científica: a realidade inteligível.
Conceito de <i>Arqué</i>	Postula a existência de um elemento primordial, evitando, assim, a regressão ao infinito em busca de explicações.
Concepção de <i>Cosmos</i>	Relaciona noções de harmonia, beleza e ordem ao mundo natural e ao espaço celeste, em sobreposição à ideia de caos universal.
<i>Logos</i> da racionalidade	Representa o discurso racional sobreposto à narrativa poética mística, fruto não de uma inspiração ou de uma revelação, mas do pensamento humano aplicado ao entendimento da natureza.
Criticismo	Não havia verdades absolutas e definitivas, características das explicações divinas e sobrenaturais, mas toda verdade deveria ser passível de questionamento.

Nota: Elaborado pelos autores com base em Marcondes (2001).

Halévy (2010) afirma que Sócrates, Aristóteles e Platão também representaram os principais expoentes dos ideais científicos racionalistas, fazendo despontar outras características clássicas: universalismo, silogismo, objetivismo e analitismo. Pode-se afirmar que o pensamento de Sócrates (469-399 a.C.) inicia a filosofia clássica, rompendo com os ideais da realidade natural defendida pelos filósofos pré-socráticos (Marcondes, 2001). Seu principal legado é a proposta do método maiêutico, também conhecido como o método dialético, o qual, como expõe Bittar (1994), considera a razão como algo inato ao homem. Platão (427-347 a.C.), principal discípulo de Sócrates, continuou desenvolvendo o método dialético, em posicionamento contra a fragilidade dos discursos, a ausência de fundamento, a opinião e a busca por resposta pelo sensu comum (Marcondes, 2001). Já Aristóteles, embora considerado discípulo de Platão, legou suas contribuições ao pensamento científico clássico por meio de críticas ao seu antecessor, levando o saber empírico e as Ciências Naturais ao protagonismo, além de, como aponta Chalmers (1993) e Chauí (2000), propor as primeiras tentativas de classificar o conhecimento.

É irônico que a busca pela racionalidade tenha sido a base fundante do pensamento científico na Idade Média, conhecida como período do obscurantismo científico e dos movimentos retrógrados de ideias. Por isso, duas coisas não podem deixar de ser mencionadas: a boa aceitação da filosofia natural antiga pelos pensadores da Idade Média e a importância das universidades medievais na transformação da sociedade intelectual europeia e para o desenvolvimento da ciência ocidental (GRANT, 2004).

Os pensadores desse período ficaram reconhecidos pelas suas contribuições aos estudos de Aristóteles e o fizeram por meio de acréscimos de comentários em suas obras e da tradução desses escritos. Ocorre que, em certo ponto, como narram Grant (2004) e Vasconcellos (2009), com a ascensão do clero ao poder e a sua influência nas

universidades, ficaram incertas as fronteiras entre a filosofia de origem grega e a teologia. Com o tempo, os pontos de conflito entre a filosofia natural aristotélica e a doutrina católica ganharam evidência e, sob pena de punição, as verdades da fé se sobrepuseram à verdade da razão e todos os questionamentos científicos deveriam ser resolvidos a favor desta, o que não significa que não houve progresso científico nesse período, sobretudo a partir da Baixa Idade Média. Um estudo de Santos e Nascimento [200?] aponta avanços nos campos da Matemática, Astronomia, Biologia e Medicina e cita interesses abordados por estudiosos da época, conforme o Figura 3.

Figura 3

Pensadores Influentes na Idade Média e suas contribuições

Pensador	Contribuição científica
Robert Grosseteste (1168-1253)	Considerado o fundador do pensamento científico em Oxford. Contribuiu para as áreas da Física, Astronomia, Óptica e Geometria.
Alberto Magno (1193-1280)	Doutor da Igreja. Defendeu a integração entre a ciência e a religião.
Roger Bacon (1214-1294)	Difundiu o conceito de leis da natureza e contribuiu para as áreas da Mecânica e Geografia.
Tomás de Aquino (1227-1274)	Frade dominicano e teólogo. Integrou o aristotelismo à escolástica.
Duns Scot (1266-1308)	Membro da Ordem Franciscana. Introduziu os princípios que relacionam Razão e Fé na academia de Oxford.
William de Occam (1285-1350)	Defendia o princípio da parcimônia: deve-se escolher a explicação mais simples para justificar um fato ou um fenômeno.
Jean Buridan (1300-1358)	Filósofo e religioso. Responsável pelo desenvolvimento da teoria do ímpeto, que explicava o desenvolvimento dos projéteis e objetos em queda livre.
Nicole d'Oresme (c.1323-1382)	Ajudou a difundir o pensamento moderno. Combateu as teorias clássicas e medievais sobre a Astrologia e especulou sobre a existência de outros planetas habitáveis no universo.

Nota: Elaborado pelos autores com base em Santos e Nascimento [200?].

Na Modernidade, sobretudo a partir do século XVII, estabeleceram-se as bases do que hoje é conhecido como paradigma tradicional da ciência, ciência tradicional, ou ciência moderna. Nesse período, são resgatados os traços de um paradigma anterior. Contudo, o racionalismo clássico dá lugar a um racionalismo empírico. Não se admitia mais que a Bíblia e os escritos dos filósofos naturais antigos fossem a fonte do conhecimento, mas este deveria ser resultado de um rigor, fruto de obtenção e análise de dados adquiridos por observação ou por experimentação (Chalmers, 1993).

Para Marcondes (2001) a concepção de modernidade está conectada ao conceito de progresso, ao rompimento com o antigo e com o retrógrado, e à valorização humanística. Por isso, conforme o autor, três momentos históricos representam o desenvolvimento do pensamento científico da época: primeiramente, o movimento renascentista, que se opôs à ideia teocêntrica e retomou o ideal de que o homem é o centro do universo (século XV); a Reforma Protestante, que reforçou o questionamento aos dogmas católicos (século XVI);

e a revolução científica, iniciada no mesmo século, que valorizou a experimentação como único caminho para o conhecimento.

Esse novo padrão de racionalidade reduziu a noção de objeto científico apenas ao que se pode mensurar e explicar por meio de leis e padrões de medição. De acordo com Chalmers (1993), Granger (1994), Morin e Le Moigne (2000) e Vasconcellos (2009), criou-se terreno para o desenvolvimento de uma ciência positivista, de base experimental e aplicada, fundamentada em analitismo, determinismo, controlabilidade, reversibilidade, leis bem definidas, previsibilidade dos resultados, certeza, confiabilidade, provas e concretude, universalismo, reducionismo, separabilidade e generalização, pressupostos sustentados por nomes como os de Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650), John Locke (1632-1704), Isaac Newton (1642-1727), George Berkeley (1685-1753), David Hume (1711-1776) e Augusto Comte (1789-1857).

Como afirma Vasconcellos (2009), três pressupostos principais sustentaram o pensamento científico da época: 1) **simplicidade**, no qual a crença em que, separando-se o mundo complexo em partes, encontra-se elementos simples. Daí decorrem as atitudes de análise e a busca pelas relações causais lineares; 2) **estabilidade**, no qual o mundo é estável, imutável e inflexível. Ligados a este pressuposto estão a crença na determinação, a previsibilidade dos fenômenos e a crença na reversibilidade e controlabilidade dos fenômenos estudados; e 3) **objetividade**, no qual o universo consiste na versão única de todas as coisas.

Contudo, Morin (2000) atribui as características da ciência moderna a um único pressuposto: a **simplicidade**. Ele chamou de paradigma da simplificação e o denominou como o “conjunto dos princípios de inteligibilidade próprios da cientificidade clássica, e que, ligados uns aos outros, produzem uma visão simplificadora do universo (físico, biológico e antropossocial)” (p. 330).

Ele ainda define 13 postulados sobre os quais a ciência moderna se desenvolveu sob perspectiva da simplicidade: 1) princípio da universalidade: a ciência se refere ao geral, não ao local nem ao singular; 2) todos os fatos são irreversíveis; 3) o conjunto ou sistema de conhecimento deve ser reduzido a partes simples ou a unidades elementares; 4) o conhecimento deve ser reduzido aos princípios de ordens; 5) toda causalidade é linear; 6) a ordem é absoluta e as aleatoriedades são aparências devidas à ignorância; 7) o estudo do objeto deve ser isolado do estudo do ambiente; 8) o observador não interfere no fato observado; 9) eliminação de toda a problemática do sujeito pelo conhecimento científico; 10) a quantificação é o único meio de se conhecer um objeto; 11) a autonomia não é concebível; 12) a lógica produz confiabilidade e a contradição é necessariamente um erro; e 13) o pensamento é individual.

De acordo com Vasconcellos (2009), foi no âmbito das Ciências Naturais, sobretudo da Física, que a ciência moderna se estabeleceu, visto que eram as únicas capazes de funcionar sob tais pressupostos. A autora ainda complementa que a Biologia se encontrava em uma situação menos confortável, pois não era possível explicar a complexidade dos seres vivos por meio de pressupostos tão rígidos. Por outro lado, foram as Ciências Humanas que mais perderam em desenvolvimento, pois foram incapazes de se constituir enquanto campo de conhecimento diante das configurações requisitadas (Vasconcellos, 2009). Granger (1994) afirma que “nenhum observador de boa

fé [sic] é capaz de apontar desenvolvimento, descoberta ou formulação teórica sobre as Ciências Sociais e Humanas neste período que a coloque em pé de igualdade com as ciências naturais” (p. 15). Para serem reconhecidas como ciência, elas deveriam obedecer à simplificação dos sistemas complexos e à redução dos fatos sociais a componentes observáveis e experimentais, encontrar padrões e regularidades no funcionamento de fenômenos humanos e estabelecer leis para o funcionamento da sociedade. Por isso, Vasconcellos (2009) exemplifica as adequações às teorias das Ciências Naturais que as Ciências Humanas precisaram apresentar, por meio de metáforas: **espaço** social como campo de **forças**; **resistência** à frustração; **equilíbrio** emocional; **pressão** grupal; **explosão** demográfica; **energia** mental; **darwinismo** social e outras adequações.

Diante das dificuldades apresentadas pelas Ciências Humanas em se desenvolverem sob os modelos de cientificidade disponíveis, Vasconcellos (2009) expõe que Wilhelm Dilthey (1833-1911) propôs um corte epistemológico que classificou a ciência em dois grandes grupos: sob uma categoria, as Ciências da Natureza, que, devido à rigidez dos seus pressupostos epistemológicos, passaram a ser conhecidas como *hard Science*; sob outra, as Ciências Humanas e Sociais, que deveriam adotar um estatuto científico próprio e, por não conseguirem cumprir o modelo rígido e inflexível vigente, passaram a ser conhecidas como *soft Science*. Tal classificação dominou o pensamento científico por muito tempo, até que passou a ser questionada, gerando a mais recente e mais irreversível crise epistemológica da história da ciência, que perdura até os dias de hoje, conhecida como Ciência Atual, Nova Ciência ou Ciência Pós-Moderna.

A Última Crise: A Emergência do Pensamento Complexo e as Reivindicações da Ciência Pós-Moderna

A Pós-Modernidade vem sendo acometida por outra transformação do pensamento científico, intensificada a partir do século XIX, após a Revolução Industrial. Price (1976) afirma que “Jamais houve uma revolução antevista tão eficaz em sua execução e tão radical em sua maneira de alterar a sociedade” (p. 93). Nesse período a sociedade científica colocou em xeque uma pluralidade de condições sociais e teóricas necessárias para a constituição da ciência e dos campos científicos, além de compreender as fragilidades dos pilares que sustentavam a ciência moderna (Santos, 2008).

Vasconcellos (2009) apresentou os três pressupostos básicos da nova ciência que contrapõem a ciência tradicional, conforme esquematizados na Figura 4.

Figura 4

Ciência moderna x Ciência pós-moderna

Paradigma tradicional	Paradigma atual
Simplicidade: baseada no analitismo e causalidade linear.	Complexidade: baseada na contextualização e causalidade recursiva.
Estabilidade: baseada na previsibilidade, determinismo, controlabilidade e reversibilidade.	Instabilidade: baseada no indeterminismo, imprevisibilidade, irreversibilidade e incontrolabilidade.
Objetividade: baseada no universalismo.	Intersubjetividade: baseada na objetividade multiversa.

Nota: Elaborado pelos atores com base em Vasconcellos (2009).

Ao realizar a transição da **estabilidade para a instabilidade**, a ciência admite que o mundo está em constante mudança, assim como um mesmo objeto científico pode se comportar de maneiras diferentes sob as variáveis tempo, espaço e contexto. Se tudo é instável, entende-se que não é possível prever os comportamentos dos fenômenos e os resultados das observações e experimentos, o que mostra o reconhecimento do caráter incontrolável e imprevisível dos objetos científicos. Da **objetividade para a intersubjetividade**, reconhece-se que a mesma realidade pode ser abordada por diferentes métodos, de acordo com o observador, e que a construção do conhecimento científico é um processo social (Vasconcellos, 2009).

Porém, a mais importante transição foi a representada na primeira linha da Figura 4: de um pressuposto baseado na **simplicidade** para outro, pautado na **complexidade**. Para Vasconcellos (2009), a simplicidade nega as inter-relações existentes entre os fenômenos no mundo e, ao assumir a necessidade de uma abordagem complexa, concebe-se a necessidade da contextualização e admite-se que nem todas as relações são lineares.

Para Morin (2000), esse pressuposto resume toda a passagem do paradigma tradicional para o paradigma emergente da ciência, e seus princípios podem ser reduzidos a ele. Da mesma forma em que o autor denominou os pressupostos da ciência moderna de paradigma da simplicidade, conforme definido na seção anterior, denominou os pressupostos da ciência atual de **paradigma da complexidade**, e o define como o “conjunto dos princípios da inteligibilidade que, ligados uns aos outros, poderiam determinar as condições de uma visão complexa do universo (físico, biológico e antropossocial)” (p. 330).

A Figura 5 apresenta a transição do pressuposto da simplificação para o da complexificação de acordo com Morin (2000).

Figura 5

Transição do paradigma da simplificação para o paradigma da complexidade

Simplificação: paradigma tradicional	Complexificação: paradigma atual
Princípio da universalidade: a ciência se refere ao geral, não ao local nem ao singular.	Valida a universalidade, sem desconsiderar a singularidade.
Toda causalidade é linear.	A causalidade é complexa, mútua e inter-relacionada.
O conjunto ou sistema de conhecimento deve ser reduzido a partes simples ou a unidades elementares de constituição.	É impossível conhecer o todo sem conhecer todas as partes.
O estudo do objeto deve ser isolado do estudo do ambiente.	Princípio da distinção, mas não da separação entre o objeto e seu ambiente.
O observador não interfere no fato observado.	Princípio de relação entre o observador e o objeto.
A lógica produz confiabilidade. A contradição é necessariamente um erro.	Reconhecimento dos limites da noção de lógica nos sistemas complexos e consideração eventual das contradições como indícios de domínio do desconhecido da realidade.
O pensamento é individual.	O pensamento é dialógico e macroconceitual.

Nota: Elaborado pelos autores com base em Morin (2000).

Price (1976) defende a perspectiva complexa da ciência como uma “rede formal de teorias, experimentos e conceitos” (p. 21). Para Ziman (1979), ela é o conjunto dos resultados de todas as pesquisas certificadas e publicadas pelos cientistas.

Santos (2008) afirma que foi o progresso das próprias Ciências Naturais que fez os cientistas adotarem a noção de complexidade. O autor narra que, na Física, tal movimento foi representado pela complexidade das partículas subatômicas e da realidade cósmica. Já na Biologia, pela inseparabilidade dos problemas e interdependência das características de tudo o que é vivo. Por outro lado, tanto a Física quanto a Biologia, que pouco questionaram os paradigmas da ciência tradicional, têm encontrado dificuldade em aceitar os novos pressupostos, sobretudo no que se refere à intersubjetividade (Vasconcellos, 2009). Já os cientistas sociais encaram a nova ciência como um triunfo, uma prova de que eles conseguiram fazer com que a sociedade científica compreendesse aquilo que sempre quiseram dizer.

Para além, outro traço marcante do paradigma atual é a necessidade de se estabelecer relações entre os conhecimentos produzidos pelas diferentes áreas, bem como entre o conhecimento científico e outros tipos de conhecimento, de forma que não haja mais hierarquia entre eles. Ziman (1979) afirma que o conhecimento científico não deve caminhar isolado de outras formas de se obter conhecimento, mas deve-se cultivar a perspectiva complexa de construção.

Nesse contexto, Fourez (1995) e Santos (2008) afirmam que o escopo da ciência passa a ser construído pelas demandas sociais de forma que não há mais o desenvolvimento desprezioso de atividades científicas. Da mesma forma, na perspectiva atual, percebe-se que o retrato da ciência e do desenvolvimento científico não pode ser representado apenas pelas atividades das ciências dominantes que despontaram na doutrina tradicionalista. De acordo com Bunge (1980), isso faz com que se perpetue a desigualdade entre os níveis de desenvolvimento das disciplinas e comunidades científicas, além de gerar uma estagnação no desenvolvimento científico. A título de exemplo, o autor cita que os projetos de engenharias devem contar com a participação de pesquisadores economistas, sociólogos, educadores, higienistas sociais e outros especialistas, com o intuito de dirimir os efeitos negativos causados pela desconsideração de fatores particulares.

Diante desses pressupostos, Santos (2008) sugere que, a partir do século XX, o fazer científico passou a ser orientado por cinco hipóteses básicas: 1) não há mais sentido em diferenciar as Ciências Naturais das Sociais; 2) todas as ciências convergem nas Ciências Sociais, devido ao seu caráter utilitário; 3) devido a essa convergência, as ciências devem recusar toda forma de positivismo lógico ou empírico; 4) tal convergência não visa conceber uma ciência unificada, mas mostrar que elas funcionam de maneira relacional e não linear, como proposto pelo paradigma tradicional; 5) se as Ciências Sociais são a síntese entre as ciências, não deve haver mais hierarquia entre o conhecimento científico e o vulgar.

De maneira animadora, e sem considerar que haja consequências negativas, Granger (1994) afirma que, ao contrário das eras anteriores, a Pós-Modernidade não carrega a marca de grandes descobertas científicas fundamentais, mas representa uma virada em que a ciência ocupa seu espaço

utilitário na sociedade, sendo rica não em teoria, mas em aplicações e desenvolvimento, em um processo evolutivo. Atualmente, a explosão das tecnologias da informação e comunicação (TICs), fruto da ciência utilitarista, tem sido o cerne da reestruturação. Elas representam o que Halévy (2010) chamou de “uma virada de página para sempre” (p. 10), e os seus resultados mais notáveis para o âmbito científico são a globalização da informação, a rápida obsolescência dos saberes e dos produtos, a aceleração das inovações e a hiperespecialização da ciência e das profissões.

A Figura 6 expõe um resumo dos argumentos utilizados nesta seção, representando as principais diferenças entre o paradigma tradicional e o paradigma emergente.

Figura 6

Ciência Clássica x Pensamento Científico Complexo

Paradigma tradicional	Paradigma atual
A verdade é a mesma para todos os contextos.	Tudo depende do prisma de abordagem.
O todo deve se explicar integralmente pelas suas partes.	O todo e as partes evoluem de modo dialético.
As ideias de ordem e desordem são excludentes. Para dada desordem, existe uma ordem a ser descoberta.	Promove o diálogo entre ordem, desordem e organização na construção da ciência.
A realidade é isolada do observador.	O observador interfere na realidade.
Indução, dedução e rejeição da contradição.	Não se pode aplicar leis universais a diferentes problemas. A lógica não é instrumento de certeza e prova absolutas.
Valoriza a objetividade.	Valoriza a subjetividade sem desconsiderar os métodos.
Hierarquia bem definida.	Inter-relações entre as diferentes ciências.
As Ciências Naturais são dominantes.	As Ciências Sociais estão em emergência.
Constituição rígida.	Constituição flexível, mas com regras.
As ciências são estanques.	A ciência é complexa.

Nota: Elaborado pelos autores.

A próxima seção descreve as tipologias metodológicas e o modo de execução desta pesquisa.

Aspectos Metodológicos

Configura-se como uma pesquisa de natureza básica, de abordagem qualitativa, exploratória quanto aos seus objetivos e bibliográfica no que diz respeito às fontes de coleta de dados, que foi realizada de maneira não exaustiva.

Por essa razão e por se constituir de literatura especializada, cujo modo de levantamento não apresenta estratégias, caracteriza-se como uma revisão narrativa, composta por conceitos e reflexões de autores expoentes do domínio estudado. A revisão narrativa consiste em uma categoria de revisão de literatura “que não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para busca e análise crítica de literatura. A busca pelos estudos não precisa esgotar as fontes de informação. Não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas” (Universidade Estadual Paulista, 2015, p. 2), de modo que trabalhos dessa natureza estão sujeitos a críticas e reflexões dos autores que os construíram.

Salienta-se também que, como explicitado por Rother (2007), esses tipos de trabalhos descrevem e discutem determinado assunto sob a perspectiva teórica ou contextual e, diferentemente da revisão sistemática, “não informam as fontes de informação utilizadas, a metodologia para buscas das referências, nem os critérios utilizados na avaliação e seleção dos trabalhos” (p. 1).

Discussões

Com base no modelo das estruturas das revoluções científicas discutido por Kuhn (1998), o que se pode resumir sobre o percurso do pensamento científico ocidental nas eras históricas é: a Pré-História pode ser considerada como o período pré-científico, de modo que, a partir de uma estruturação de um primeiro modelo, a Idade Antiga estabeleceu, pela primeira vez, o estado de Ciência Normal. Nesse período, o paradigma dominante foi caracterizado pela razão pura como forma de se obter conhecimento; em seguida, em um processo de desestruturação não orgânico e não espontâneo, o paradigma que dominou durante o período medieval se contrapôs à razão clássica, apoiado, predominantemente, nos conhecimentos religiosos, pautados na Igreja católica, para explicar o mundo, não deixando de haver contribuições no campo da Matemática, Astronomia, Biologia e Medicina; na Modernidade, os pensamentos humanista e naturalista retiraram Deus do centro, movimento que retomou a razão clássica em uma perspectiva prática. Atualmente, a Pós-Modernidade reivindica a união de todos os tipos de conhecimento e, principalmente, a construção social e interdisciplinar da ciência, com destaque para a emergência e valorização das Ciências Sociais.

Nota-se que a alternância de paradigmas dominantes levou as civilizações às concepções sólidas acerca da ciência e suas formas peculiares de investigação racional, lógica e objetiva, limites constantemente desafiados pelas Ciências Humanas e Sociais, que em muito contribuíram para a construção dos postulados da ciência pós-moderna, que passa a valorizar a constituição de uma ciência complexa, instável e intersubjetiva.

Contudo, não se pode afirmar que todas as revoluções resultaram em uma ruptura completa, nem que a última crise provocará uma revolução que deixará os ideais clássico e moderno para trás. A própria noção contemporânea de paradigma prevê a coexistência de diferentes modelos, o que abre espaço para que a real intenção dos cientistas que conduzem a atual crise seja questionada: romper com os alicerces tradicionais ou reivindicar o direito de existirem diferentes pressupostos filosóficos e epistemológicos que atendam às necessidades teórico-metodológicas de um novo cenário social e científico?

Ainda que as bases do conhecimento tenham se modificado significativamente, o cenário atual indica que um modelo não anulou o outro. Considerando as variáveis tempo, espaço e cultura, não é possível negar presença de todas essas influências nas práticas que permeiam as atividades científicas, sobretudo no processo de validação do conhecimento. Destarte, pode-se sugerir que, atualmente, vive-se um período de crise pré-paradigmática em que os modelos anteriores são questionados, passando a existir uma multiplicidade de concepções e espaços em que diferentes campos reivindicam o estatuto de científico.

No sentido da flexibilização desse estatuto, sugere-se que a forma com que o pensamento científico está posto representa uma convergência de diferentes paradigmas e, por isso, está estabelecido sobre um ambiente

complexo, fundamentado, como afirma Morin e Le Moigne (2000), em um ambiente dialógico, “capaz de reunir, de contextualizar, de globalizar, mas, ao mesmo tempo, capaz de reconhecer o singular, o individual, o concreto” (p. 206). Fundamentalmente, também é reforçado, aqui, o afirmado por Santos (2008), que sugere que a ciência atual é regida, de forma majoritária, por dois pressupostos filosóficos: um dominante, orientado pelas correntes positivistas das Ciências Naturais; e outro orientado por uma filosofia interacionista, mito-simbólica, hermenêutica e complexa, encontrada, sobretudo, nas Ciências Sociais.

Vale explicitar que não se intenciona, aqui, supervalorizar o paradigma científico emergente nem sugerir que constitua o modelo ideal de ciência. Pelo contrário, admite-se que outras transformações vieram a reboque da ciência pós-moderna, que interferiram diretamente nas dinâmicas dos campos científicos, e, principalmente, que as consequências dessas mudanças em toda estrutura social e os seus reflexos no progresso da ciência são notáveis.

Neste sentido, três consequentes podem ser citados: 1) hiperespecialização da ciência, que faz com que os especialistas saibam cada vez mais sobre cada vez menos (Mourão, 1983), o que vai contra os próprios princípios da complexidade; 2) mercantilização do conhecimento científico, resultante da ciência útil (Kneller, 1980), que gera políticas científicas prioritárias, supervaloriza as ciências aplicadas em detrimento das ciências básicas e, ironicamente, faz a ciência regredir a um estado de hierarquização sob diferentes critérios, indo, mais uma vez, contra as reivindicações do paradigma emergente; e 3) problemas éticos na produção do conhecimento científico acentuados pela corrida ao financiamento, também fruto do caráter utilitário da ciência, que a coloca como um dos principais promotores do desenvolvimento econômico.

Outros questionamentos frutos das reflexões deste texto são: diante de tantas transformações de concepção, bem como da introdução de componentes conflitantes, qual o futuro da ciência? Alguns campos do conhecimento tendem a desaparecer com o processo utilitário e evolutivo? Para Kneller (1980) a ciência irar durar enquanto durarem as civilizações humanas, mas as políticas científicas de certos governos podem provocar o encerramento de determinados campos do conhecimento conforme conveniência.

Considerações Finais

A forma de obtenção do conhecimento acompanhou as mudanças dos cenários sociais em que a ciência sempre esteve imbuída, sobretudo conduzidas pela capacidade humana de perceber o mundo e adotar métodos e comportamento com a intenção de solucionar problemas e compreender os fenômenos da natureza, sempre realizando questionamentos acerca destes. Tal conduta é o que mantém a ciência em movimento, em um processo evolutivo que a conduziu a questionar as próprias práticas e reafirmar a sua contribuição para o funcionamento e desenvolvimento da sociedade.

Nota-se que compreender a estruturação e desestruturação do pensamento científico é fundamental para o entendimento do estado atual da ciência, bem como para a elaboração de modelos que permitam antever comportamentos, como o fez Kuhn (1998).

Assim, de maneira não universal, não exaustiva e não sistemática, com base em uma revisão narrativa, este trabalho destacou as características dos pressupostos epistemológicos da ciência nas diferentes eras históricas,

desde a introdução do pensamento científico pós-período mítico até a complexidade evocada nos dias atuais. Razão, misticismo, empirismo e complexidade são as principais características encontradas nos quatro períodos históricos investigados, respectivamente.

Pretendeu-se legar uma fonte de informação introdutória sobre a história do pensamento científico, visando fomentar a busca por outras fontes que permitam não só a compreensão das características demarcadoras e diferenciadoras, mas também o entendimento contextual dos fatores influenciadores que promoveram tais transformações, como os aspectos políticos, econômicos e sociais nos diferentes momentos da história ocidental. A ausência de tais elementos contextualizadores pode configurar uma limitação neste trabalho.

Dessa forma, como trabalhos futuros, sugere-se a construção de revisões narrativas seriadas que apresentem o escopo científico particular das eras históricas apresentadas neste trabalho, sob o pano de fundo dos elementos contextuais supracitados.

Referências

- Bittar, E. C. B. (1994). A evolução histórica da filosofia. *Revista da Faculdade de Direito*, 89, 227-254. <https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67247>
- Bunge, M. (1980). *Ciência e desenvolvimento*. Itatiaia; Edusp.
- Butterfield, H. (1949). *As origens da Ciência moderna* (Teresa Martinho, Trad.). Edições 70.
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência, afinal?* (Raul Fiker, Trad.). Brasiliense.
- Chauí, M. (2000). *Convite à filosofia*. Ática.
- Fourez, G. (1995). *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Ed. Unesp.
- Granger, G.-G. (1994). *A ciência e as ciências*. Ed. Unesp.
- Grant, E. (2004). *Os fundamentos da ciência moderna na idade média*. Porto Editora.
- Halévy, M. (2010). *A era do Conhecimento: princípios e reflexões sobre a revolução noética no século XXI* (Roberto Leal Ferreira, Trad.). Ed. Unesp.
- Kneller, G. F. (1980). *A ciência como atividade humana* (Antônio José de Souza, Trad.). Zahar; Edusp.
- Kuhn, T. A. (1998). *Estrutura das Revoluções Científicas* (5ª ed.). Perspectivas.
- Marcondes, D. (2001). *Iniciação à história da filosofia da ciência: dos pré-socráticos a Wittgenstein*. Zahar.
- Morin, E. (2000). *Ciência com consciência* (4ª ed.) (Alexandre D. de Maria; Maria Alice S. Dória, Trad.). Bertrand Brasil.
- Morin, E., & Le Moigne, J.-L. (2000). *A Inteligência da Complexidade*. Petrópolis.
- Mourão, G. M. (1983). *A invenção do saber*. Editora Terra e Paz.
- Price, D. S. (1976). *A ciência desde a Babilônia*. Edusp.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), v-vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Santos, B. S. (2008). *Um discurso sobre as ciências* (5ª ed.). Cortez.
- Santos, L. E., & Nascimento, V. [200?]. *Ciência e tecnologia na Idade Média*. <https://silo.tips/download/ciencia-e-tecnologia-na-idade-media-palavras-chave-sociedade-era-pensar-e-criar>
- Speay, J. (1972). *O desenvolvimento pela ciência. Ensaios sobre a organização política científica dos estados*. Fundação Getúlio Vargas.
- Universidade Estadual Paulista (UNESP). Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos (2015). *Tipos de revisão de literatura*. <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-revisao-de-literatura>
- Vasconcellos, M. J. E. (2009). *Pensamento sistêmico. O novo paradigma da Ciência* (8ª ed.). Papyrus.
- Ziman, J. (1979). *Conhecimento Público*. Edusp.