



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

DIRCEU RODRIGUES DOS PASSOS

A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA SEGUNDO THOMAS S. KUHN

Abaetetuba/PA

2023

A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA SEGUNDO THOMAS S. KUHN

DIRCEU RODRIGUES DOS PASSOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Baixo Tocantins, como requisito final para a obtenção de grau de Licenciado pleno em Física, sob orientação do Prof. Dr. Marcos Allan Leite dos Reis.

Abaetetuba/PA

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

P289e Passos, Dirceu Rodrigues dos.
A epistemologia da ciência segundo Thomas S. Kuhn / Dirceu
Rodrigues dos Passos. — 2023.
50 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Allan Leite dos Reis
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba, Curso de
Física, Abaetetuba, 2023.

1. Concepção Kuhniana. 2. Paradigmas. 3. Ciência. 4.
Revoluções. I. Título.

CDD 530

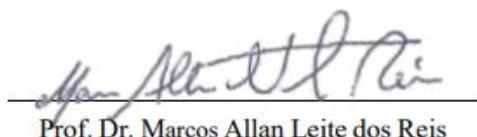
DIRCEU RODRIGUES DOS PASSOS

A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA SEGUNDO THOMAS S. KUHN

Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado, para a obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba.

Aprovado em: 06 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Allan Leite dos Reis

UFPA

Orientador

Documento assinado digitalmente:
gov.br
CLEIDILANE SENA COSTA
Data: 11/07/2023 13:18:37-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^ª. Dra. Cleidilane Sena Costa

UFPA

Examinadora



Prof. Me. Fabrício Augusto dos S. Rodrigues

UFPA

Examinador

Dedico este trabalho em especial a Deus, por ter me concedido força para concluir esta fase da minha vida. Dedico da mesma forma a minha esposa e minha família, que me deram total apoio me incentivando para que eu pudesse concluir meu curso. Sobre tudo ao meu orientador Professor Marcos Allan Leite dos Reis que me apoiou através de sua inestimável orientação.

Agradecimentos

Agradeço ao eterno Deus por me facultar graça e resiliência nos momentos difíceis que encontrei no decurso da minha caminhada acadêmica e por oportunizar-me alcançar meus objetivos.

Ao meu pai João do Carmo dos Passos em memória e a minha mãe Maria Raimunda Rodrigues pelos aconselhamentos, orientações e apoio incondicional no meu processo de alfabetização, ensino fundamental e ensino médio.

Da mesma forma agradeço a minha esposa Odinelza Santana Lobato que sempre me incentivou a seguir em frente e nos momentos mais difíceis não permitiu que eu desistisse do meu objetivo de concluir esse curso.

Aos meus filhos Daniel Lobato dos Passos e Rafael Lobato dos Passos, que foram e sempre serão a razão máxima da minha jornada educacional.

Aos meus irmãos Diney Rodrigues Dos Passos, Maria do Carmo Rodrigues e Marlene Rodrigues pela torcida e pensamentos positivos no decorrer do curso.

Ao meu amigo John Everton Batista Barbosa que sempre esteve a disposição e muito me ajudou a concluir esse curso.

Ao Eduardo, Isaias, Christian, Jameson, Emerson, Renata Cristina, Alex e demais colegas de curso pelo companheirismo, apoio e compreensão, e aos que contribuíram de forma direta e indireta com a concretização desse sonho.

Ao corpo docente da Faculdade de ciências exatas e suas tecnologias da UFPA campus universitário do baixo Tocantins por compartilharem conosco seu tempo e seus ensinamentos e suas metodologias de ensino aprendizagem, fatores fundamentais nesse processo para nossa graduação.

Finalmente agradeço em especial ao meu orientador, Professor Dr. Marcos Allan Leite dos Reis por aceitar me orientar nesse trabalho de conclusão de curso. Muito obrigado pelas contribuições, auxílios, paciência, amizade, orientações e ensinamentos que foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e a cima de tudo, para concluir essa etapa final da minha trajetória na graduação.

Não se conhece completamente uma ciência enquanto não se souber da sua história.

(Fernando Pessoa)

Resumo

Na concepção kuhniana, a ciência se desenvolve por meio de episódios que testam diferentes modos ou qualidades de pesquisa. Esses episódios são cíclicos e alternados ao longo da história do desenvolvimento científico. De acordo com esse ponto de vista, a ciência não pode ser cumulativa ou linear; ao contrário, seu desenvolvimento é descontínuo e marcado por revoluções científicas. O conjunto de idéias apresentadas nas obras de Thomas Samuel Kuhn sobre o desenvolvimento do conhecimento científico contribuiu para uma melhor compreensão da ciência como construção histórica e social de uma comunidade científica. Kuhn propôs a noção de “revolução científica” para explicar como as novas teorias científicas surgem e substituem as antigas. Ele argumentou que o desenvolvimento do conhecimento científico não ocorre de forma linear, mas em saltos ou “revoluções”. Isso ocorre quando uma nova teoria científica (“paradigma”) é aceita pela comunidade científica, permitindo um salto significativo no conhecimento científico de uma área. Os paradigmas estabelecem padrões de raciocínio, métodos e princípios básicos para a realização da pesquisa científica. Nessa perspectiva, este trabalho investiga a concepção do desenvolvimento científico de Thomas Kuhn, que pode ser tirada de seu livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Nesse aspecto, procura-se introduzir os conceitos pré-kuhnianos e tenta-se explicar termos usados por Kuhn em seu livro, como por exemplo interpretação histórica da ciência, paradigmas, ciência normal e extraordinária, e revoluções científicas e suas soluções, bem como suas implicações para a ciência moderna.

Palavras-chave: Concepção Kuhniana, Paradigmas, Ciência, Revoluções.

Abstract

In the Kuhnian conception, science develops through episodes that test different modes or qualities of research. These episodes are cyclical and alternate throughout the history of scientific development. According to this point of view, science cannot be cumulative or linear; on the contrary, its development is discontinuous and marked by scientific revolutions. The set of ideas presented in the works of Thomas Samuel Kuhn on the development of scientific knowledge contributed to a better understanding of science as a historical and social construction of a scientific community. Kuhn proposed the notion of “scientific revolution” to explain how new scientific theories arise and replace old ones. He argued that the development of scientific knowledge does not occur in a linear fashion, but in leaps or “revolutions”. This occurs when a new scientific theory (“paradigm”) is accepted by the scientific community, allowing a significant leap in scientific knowledge in an area. Paradigms establish patterns of reasoning, methods and basic principles for carrying out scientific research. From this perspective, this paper investigates Thomas Kuhn’s conception of scientific development, which can be taken from his book *The Structure of Scientific Revolutions*. In this regard, we try to introduce pre-Kuhnian concepts and try to explain terms used by Kuhn in his book, such as historical interpretation of science, paradigms, normal and extraordinary science, and scientific revolutions and their solutions, as well as their implications for modern science.

Keywords: Kuhnian Conception, Paradigms, Science, Revolutions.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Karl Popper (COMMONS, 2022).	24
Figura 2 – Imre Lakatos (KADVANY, 2001).	26
Figura 3 – Epistemólogo Austríaco Paul Carl Feyerabend (PANTOJA; REGIANI, 2020).	27
Figura 4 – Epistemólogo Thomas S. Kuhn (RAMALHO, 2018).	28
Figura 5 – O ciclo do desenvolvimento da ciência, segundo Thomas Kuhn (MARTERMAN, 1979).	32

Lista de abreviaturas e siglas

a.C., Antes de Cristo

d.C., Depois de Cristo

MPPC metodologia dos programas de pesquisa científica

Lista de símbolos

<i>V</i>	Cinco em números romanos
<i>VI</i>	Seis em números romanos
<i>XX</i>	Vinte em números romanos.
<i>XVII</i>	dezessete em números romanos

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo geral	16
1.1.1	Objetivos específicos.....	16
1.2	Organização do Trabalho.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Definições e pressupostos científicos.....	18
2.2	Filosofia.....	19
2.3	História	20
2.4	Ciência	21
2.5	Epistemologia.....	22
2.6	Epistemólogos contemporâneos do século XX	23
2.6.1	Karl Popper	23
2.6.2	Imre Lakatos	25
2.6.3	Paul Feyerabend	26
2.6.4	Thomas S. Kuhn	28
3	A ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS	30
3.1	Uma Interpelação Histórica da ciência	30
3.2	Paradigmas.....	33
3.3	Ciências normal e extraordinária	34
3.4	As revoluções e as mudanças de concepções.....	36
3.5	A incomensurabilidade e a resolução das revoluções	38
4	IMPLICAÇÕES DA EPISTEMOLOGIA KUHNIANA NA CIÊNCIA PÓS-MODERNA.....	41
4.1	Ciência pós-moderna	41
4.2	Epistemologia Kuhniana e a pandemia de covid-19	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Pensar em ciência nunca foi uma tarefa fácil, sempre foi um dos maiores desafios do ser humano. Nesta perspectiva, surgiram os grandes pensadores que se questionavam no que diz respeito a vários fatos históricos, aspectos culturais e fenômenos naturais. Nesta busca por respostas plausíveis aos fenômenos da natureza, surge o primeiro lampejo do pensamento científico com o intuito de promover uma melhor compreensão da natureza do mundo que lhes cercava, o que levaria prospectivamente o homem à evolução do saber, que é a base fundamental do pensamento epistemológico (MARCUM; REVOLUTION, 2005).

Neste contexto, uma análise historiológica permite depreender que os primeiros a investigarem e refletirem sobre a natureza e seus fenômenos foram os filósofos. Embora não seguissem um método de investigação, suas reflexões permeavam o campo da metafísica e da subjetividade de cada pensador. No entanto, formular um postulado a cerca de fatos ou eventos da natureza, ainda que de forma empírica, não foi algo tão simples, cada filósofo tinha sua própria interpretação e argumentação sobre a natureza, com isso foram conhecidos como filósofos da ciência (MASTERMAN, 1979).

Para tanto, no século VI a.C. na costa do mar Egeu (atual Turquia), surgiram filósofos que deram início a uma escola conhecida como escola jônica, que buscara o rompimento com os pensamentos relacionados a mitologia grega, propondo assim explicações racionais para os fenômenos da natureza, procurando compreender suas origens, bem como seus processos de mudança. Vale destacar que entretantes, tais pensadores foram fundamentais para excluir influências dos deuses mitológicos na natureza (MOREIRA, 2004). Os pensadores do século XVII e XVIII conseguiram mostrar que os fenômenos naturais podem ser explicados usando leis matemáticas e não mais com a interferência de deuses mitológicos. Isso deu origem ao que conhecemos como a Revolução Científica, uma transformação no modo como os seres humanos compreendem o mundo ao seu redor. Desde então, a ciência tem se desenvolvido exponencialmente, permitindo que os seres humanos entendam melhor o universo e o comportamento dos fenômenos naturais, devido, principalmente, à mecânica Newtoniana.

A partir do desenvolvimento da mecânica Newtoniana, que foi uma teoria que se manteve inabalável por quase dois séculos, diversos pensadores tentaram encontrar princípios que conduzissem a natureza humana. Nessa perspectiva, tem-se David Hume, que foi o primeiro a transferir a primeira lei de Newton ao funcionamento da mente humana (SILVER; BLASS, 2008). Desde a antiguidade, mais especificamente com os gregos em especial Platão, o racionalismo diz que somente é científica a teoria que foi provada, no entanto o que se entende por prova no campo da filosofia teve bastante divergência (MULKAY, 1975).

Dessa maneira, para os empiristas somente por meio da experiência se obtêm o verdadeiro conhecimento, sendo que para tanto, deve-se purificar os preconceitos da mente para que se esteja apto ao conhecimento verdadeiro, livre e seguro de qualquer dúvida (MERTON, 1938). Do outro lado, os racionalistas alegam que o conhecimento deve ser intrínseco ao ser humano e o advento da experiência seria secundária para confirmar ou invalidar aquilo que já se sabia de antemão, sendo que se utilizam métodos matemáticos e geométricos para provar algo (MULKAY, 1975).

Nessa perspectiva, pode-se dizer que a “derrubada” da teoria Newtoniana para a teoria Einsteiniana deveu-se, sobretudo, a questão de saber como algo poderia ser provado. Essa transição de teorias mostra que nenhum conhecimento é inabalável e atemporal e caso o fosse, segundo Karl Popper, não é ciência. O entendimento do universo que Einstein desenvolvera teve um efeito similar ao da mecânica Newtoniana, entretanto sua teoria abalou a geometria euclidiana o que culminou a derrocada da existência de uma racionalidade fixa, absoluta e universal a todos os seres humanos em diversos tempos e lugares (FRIEDMAN et al., 2009).

Nesse contexto pode-se inferir que:

“No estado atual das ciências, não mais acreditamos que os exemplos específicos de Kant de conhecimento sintético a priori sejam sequer verdadeiros, e menos ainda que sejam a priori e necessariamente verdadeiros, pois a revolução Einsteiniana na física resultou tanto em uma concepção de espaço, do tempo e do movimento essencialmente não Newtoniana, em que as leis Newtonianas da mecânica não são mais universalmente válidas, quanto em uma aplicação a natureza de uma geometria não euclidiana de curvatura variável onde corpos afetados apenas pela gravitação seguem as trajetórias mais retas possíveis, ou geodésicas. Isso, por sua vez, tem levado a uma situação em que não mais estamos convencidos de que haja algum verdadeiro exemplo de conhecimento científico a priori” (FRIEDMAN et al., 2009, p.177).

Desse modo, entende-se que o conhecimento científico não é mais visto como sendo cumulativo, linear. Logo, o progresso da ciência é devido ao conhecimento revolucionário devido a rupturas drásticas. Para a avaliação do progresso científico houve a procura de um método condizente e, nesse aspecto, vários filósofos concluíram que a solução para a compreensão da ciência como uma prática científica verdadeira, está na ideia de se voltar para a história da ciência.

Dentre os pensadores que inauguraram essa forma de pensar sobre método científico, estão Larry Laudan, Imre Lakatos e Thomas Kuhn. Esses pensadores deram início às teorias historicistas da racionalidade científica. Com isso, tem-se que Thomas Kuhn, acerca do método científico nos diz:

“O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver. Na ausência

de tal treino, somente pode haver o que William James chamou de confusão atordoante e intensa” (KUHN, 1998, p.148).

Essa percepção sensível do universo é evidenciada por meio do desenvolvimento científico, logo de paradigmas. Neste caso, Kuhn argumenta que a ciência normal não é capaz de corrigir um paradigma, e sim aceitar crises e anomalias. Por esse motivo, Kuhn propôs uma nova concepção de ciência e de seu desenvolvimento ao longo do tempo. Ele desafiava a imagem tradicional de progresso científico como um processo de acumulação de conhecimento, onde cada novo conhecimento é adicionado ao conhecimento anterior. Em vez disso, ele propôs que o conhecimento científico é dividido em períodos de “revolução científica”, onde os paradigmas científicos emergentes substituem antigos paradigmas. Esta visão do progresso científico é muitas vezes referida como “a teoria da revolução científica”, e foi a maior contribuição de Kuhn para a filosofia da ciência (KUHN, 2012).

1.1 Objetivo geral

O objetivo principal foi analisar a epistemologia do filósofo Thomas Samuel Kuhn por meio de sua obra, a estrutura das revoluções científicas, bem como suas implicações na ciência pós-moderna, em especial, na pandemia de covid 19.

1.1.1 Objetivos específicos

- Contextualizar o processo de desenvolvimento das revoluções científicas;
- Descrever historicamente a estrutura das revoluções científicas;
- identificar o pensamento filosófico de Thomas S. Kuhn sobre os paradigmas científicos na pós-modernidade.

1.2 Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos dentro dos quais há seções bem delimitadas atendendo às exigências que o tema carrega.

Com isso, têm-se que no capítulo 2 é desenvolvido um apanhado geral sobre os temas que norteiam esta monografia, como filosofia, história, ciência, epistemologia e uma pequena discussão das concepções epistemológicas dos autores Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Thomas Kuhn.

Tendo em vista isso, nas seções 2.3 e 2.4 discorre-se sobre ciência, seus aspectos e sobre epistemologia na ciência, respectivamente. A seção 2.5 discorre sobre filósofos da ciência e suas implicações a cerca do conhecimento científico.

No capítulo 3 é abordado o filósofo alvo da análise deste trabalho, Thomas S. Kuhn, por meio de sua epistemologia descrita no livro “*A Estrutura das Revoluções Científicas*”.

Finalmente no capítulo 4, são abordadas as implicações epistemológicas Kuhnianas na ciência pós-moderna, em especial na pandemia de covid 19.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresentam-se as fundamentações teóricas que são imprescindíveis para uma melhor compreensão deste trabalho. Nesta perspectiva, abordam-se as definições de filosofia, história, ciência, epistemologia, bem como os principais epistemólogos do século XX e suas filosofias acerca de ciência, indução e método científico.

2.1 Definições e pressupostos científicos

A filosofia é um campo de estudo que investiga a natureza da realidade, o significado da vida e a natureza do conhecimento. Ela se preocupa com questões fundamentais, tais como: o que é real, o que é verdadeiro, qual é o significado da vida, como adquirimos conhecimento e como devemos viver? A filosofia tem sido a base para o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento, como a ciência, a política, a religião e a arte.

A História é a disciplina acadêmica que estuda o passado humano, usando fontes escritas, artefatos e entrevistas como fontes primárias. A História busca entender como as pessoas viveram no passado, como se comportaram e como se relacionaram com o mundo ao seu redor.

A Ciência é o estudo sistemático das estruturas e processos da natureza, incluindo o comportamento animal e humano. A ciência é baseada em métodos empíricos e lógicos que produzem resultados que podem ser testados e verificados. A epistemologia é o estudo da natureza, origem e limites do conhecimento. A epistemologia investiga de onde vem o conhecimento, como é adquirido e como pode ser usado. Ela também investiga conceitos como verdade, racionalidade e justificação.

Os principais epistemólogos do século XX foram: Karl Popper, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend e Imre Lakatos que desenvolveram teses com os seguintes pressupostos: Karl Popper defendia a tese de que as teorias científicas devem ser testadas e refutadas para serem aceitas como verdadeiras. Ele acreditava que a ciência deve ser baseada na experimentação e no pensamento crítico. Thomas Kuhn propôs o conceito de “revolução científica”. Ele acreditava que as ciências não evoluíam gradualmente, mas passavam por mudanças radicais ao longo do tempo. Paul Feyerabend desenvolveu a noção de “anarquia científica”, propondo que não há regras rigorosas que governam a produção de conhecimento científico. Finalmente, Imre Lakatos defendia a ideia de que o método científico deve incluir a avaliação crítica de teorias e hipóteses, com base em evidências. Ele argumentava que os conceitos científicos não são absolutos, mas evoluem com o tempo.

2.2 Filosofia

A palavra filosofia tem sua gênese em Pitágoras de Samos, como uma nova forma de pensamento, seu significado etimológico vem da transliteração de duas palavras gregas: filo vinda de philía (amor, amizade) e Sofia vinda de sophía (sabedoria). Sendo conhecida como philosophía, “amizade pela sabedoria ou amor ao saber”. Segundo ele, a sabedoria plena era um privilégio proveniente dos Deuses, competindo aos homens apenas amá-la, desejá-la, ser seus amigos ou amantes, isto é, filósofos (sophós) sábio (CHAUI, 2002).

Para Aranha e Martins (1993) “o pré-socrático, matemático Pitágoras, foi o primeiro a utilizar a palavra filósofo, abdicando da pretensão e prerrogativa de ser autoproclamado sábio”. No entanto, em sua simplicidade, apenas se intitulou de alguém que procurava, amava, desejava, almejava a sabedoria, alguém que procurava trilhar um caminho em busca de sua amizade. Nesta perspectiva, ao encontrá-la se considerava seu amigo ou “filósofo”, neste interin surge o entrelaço entre filosofia e ciência (ARANHA; MARTINS, 1993).

Neste aspecto, diante dos fatos e fenômenos naturais que surgiam, a filosofia por intermédio dos filósofos, aventurava-se a tal empreendimento de elucidá-los. Como assegura Di Mari (2002) “na passagem do saber mítico ao racional, os filósofos empreenderam o papel do saber científico, criando uma sistematização de filosofia e ciência, descortinando o horizonte para o nascente pensamento da investigação científica”. Partindo desta premissa, ao invés do senso comum, apresentado por experiências cotidianas, exigia-se um conhecimento bem elaborado pela razão, com isso, utilizaram-se metodologias para se autenticar resultados, assim como foi utilizada no teorema de Pitágoras (582 – 500 a.C) (MARE, 2002).

Vale destacar que a filosofia grega teve um papel fundamental na construção da ciência, suas influências foram primordiais para a concepção do pensamento científico, seus pensadores dedicavam-se aos aspectos filosóficos e as observações científicas. Desta forma, é lançada a base da filosofia da natureza, com o intuito de procurar uma explicação física aos fenômenos naturais. Mesmo contra críticas dos que pensavam de maneira sobrenatural do mundo existente, os filósofos naturais se empenhavam nas discussões sobre problemas físicos (MARE, 2002).

Segundo Ponczek (2002) “a visão cosmogônica dos gregos sobre a criação do universo foi paulatinamente sendo substituída pelo pensar filosófico a partir do século V a.C., evoluindo assim para um enfoque científico da realidade” (PONCZEK et al., 2002). Por outro lado, essas ideias cosmogônicas foram o ponto embrionário que ao longo do tempo deram origem à cosmologia, à mecânica e à física. Para o autor, a visão cosmogônica dos gregos ajudou a desenvolver o pensamento filosófico e científico, pois possibilitou o surgimento de diversas teorias e ideias que permitiram a evolução da ciência. Além disso,

também contribuiu para o conhecimento e compreensão das leis físicas e astronômicas que regem o universo (PONCZEK et al., 2002) como definido em:

“Ptolomeu, que viveu também em Alexandria, nascido por volta do ano 100 d.C., foi o maior astrônomo da antiguidade. Na sua grande obra o *Almagest*, criou um modelo teórico realmente surpreendente, descrevendo os complexos movimentos dos planetas, usando apenas a superposição de movimentos circulares com diversos raios e centros. O importante para ele era manter a Terra como centro do universo e o círculo como figura mais perfeita. A sua teoria geocêntrica só caiu com Copérnico, mais de um milênio depois” (PONCZEK et al., 2002, p.91).

2.3 História

O vocábulo história vem do grego, com o significado de informação ou investigação, sua origem data do século VI a.C. na região do mediterrâneo no oriente, as proximidades costeiras da África do norte e da Europa ocidental. No entanto, desde sempre o homem se preocupa com a origem de sua vida e de sua história. Neste aspecto, surge o mito da tradição oral nas sociedades primitivas, que consistia na transmissão falada do conhecimento prático da criação, da natureza, do surgimento do ser humano e de seu destino (BORGES, 2017).

Neste sentido, segundo o autor, a história como exposição dos acontecimentos, nasce interligada a filosofia. Para tanto, são os gregos que a subjulgam como necessária para uma abordagem dos fatos por eles observados. Partindo dessa premissa, Heródoto foi o primeiro a se propor no que diz respeito à investigação, pesquisa e a catalogação dos acontecimentos, sendo considerado o pai da história. Destaca-se que sua obra mais antiga traz o seguinte prelúdio: “Eis aqui a exposição da investigação realizada por Heródoto de Hilicarnasso para impedir que as ações realizadas pelos homens se apaguem com o tempo” (BORGES, 2017).

Nesta perspectiva, de acordo com Costa (1963) “a história é fundamental para elucidar os fatos, eventos e revoluções no tocante ao desenvolvimento do pensamento científico”. A história da ciência e da tecnologia tem um papel importante na compreensão do desenvolvimento de conhecimentos e sua aplicação prática, pois nos ajuda a entender como os seres humanos têm usado o conhecimento para alcançar seus objetivos. Assim, a história da ciência não é apenas um meio de compreender o passado, mas também um recurso que nos permite compreender melhor as questões atuais. Segundo Costa (1963): “a história da ciência pode fornecer um contexto para entender as mudanças no pensamento científico e tecnológico ao longo do tempo”. Além disso, ela pode nos ajudar a compreender melhor como as tecnologias modernas surgiram e como elas podem ser aplicadas para melhorar a vida das pessoas (COSTA, 1963).

Em sua posse na Royal Society, Sir Isaac Newton declama: “se longe enxerguei

é porque estive apoiado em ombros de gigantes”. Indubitavelmente o cientista com tamanha admiração se referia a inúmeros homens que no decurso da história construíram uma elevada pirâmide de conhecimentos da qual ele teve o privilégio de se sobressair e chegar ao cume (COSTA, 1963). Dentre os quais estavam: Descartes, Galileu, Kepler, Copérnico, Bacon, Da Vince, Tomás de Aquino, Ptolomeu, Arquimedes, Aristarco, Demócrito, Leucipo, Parmênides, Heráclito, Eratóstenes, Euclides, Aristóteles, Platão, Sócrates, Pitágoras, Thales, em síntese, foram esses outros filósofos que concederam seus ombros como sustentáculos para que Newton pudesse enxergar tão longe (PONCZEK et al., 2002).

2.4 Ciência

O termo ciência é a transliteração do latim *scientia*, que por sua vez pode ser traduzido do grego *epistémē*, significando “conhecimento”. Esse termo nos dias atuais tange não somente ao aspecto resultante de um experimento ou exercício intelectual – neste contexto o saber científico, como também a própria atividade científica, utilizando seus métodos, valores e objetivos. Ele pode referir-se da mesma forma ao sustentáculo material dessa atividade, inserindo seus integrantes, nesse caso os cientistas, assim como as instituições onde são realizadas tais atividades (ABRANTES, 2014). Sobre ciência Van Fraassen escreveu:

“A ciência visa dar-nos em suas teorias um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é, e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira. Esse é o enunciado correto do realismo científico. Deixe-me defender essa formulação, mostrando que ela é realmente mínima e que qualquer um que se considere um realista científico pode concordar com ela. O enunciado ingênuo dizia que a ciência faz um relato verdadeiro; o enunciado correto diz apenas que o objetivo da ciência é fazer isso” (FRAASSEN et al., 1980, p.27-28).

Para Andery (2003), a ciência tem por atributo principal a tentativa do entendimento e explicação racional da natureza por parte do cientista, através de leis fundamentadas, que em último caso, permitam a atuação humana. Neste sentido, não somente o processo construtivo do saber científico, mas também o que ele produz, são reflexos do desenvolvimento e da ruptura que ocorreram no decorrer da história. Desta forma, os desajustes encontrados em cada modelo produzido, assim como as transformações de um modelo para o outro, serão transportados para as concepções científicas concebidas pelo cientista (ANDERY et al., 2003).

Segundo os autores, a ciência tenta explicar a natureza por intermédio de um desempenho metodológico chamado método científico que consiste em um conjunto de concepções sobre o ser humano, os fenômenos da natureza e até sobre o próprio conhecimento, sustentando uma série de regras, de procedimentos padronizados para a construção do conhecimento científico. Partindo dessa premissa, a partir de Galileu (século XVI),

esses procedimentos metodológicos, passaram a ser fundamentados na observação e na experimentação, que por sua vez não eram utilizados na Grécia antiga e na idade medieval (ANDERY et al., 2003).

Galileu Galilei (1564-1642), com sua nova proposta pautada na experimentação e na observação, a considerava aspecto imprescindível para a metodologia científica. Nesta construção do conhecimento científico, ele buscava com esse novo método, dados numéricos que pudessem explicar fenômenos físicos. Vale ressaltar que, essa busca refletia categoricamente suas concepções teóricas, que o levaram a construir um telescópio que pode perfeitamente ilustrar seu mais novo modelo de ciência, empenhado em aplicá-lo como instrumento científico para observação.

2.5 Epistemologia

Sua definição etimológica pode significar um discurso racional (logos) da ciência (episteme). O vocábulo grego episteme significa conhecimento estabelecido, definido, especificado, criterioso, em suma, conhecimento seguro. Por outro lado, termo grego logos, dono de inúmeros significados, pode aqui ser traduzido como “teoria racional”. Sendo assim, epistemologia significa literalmente a teoria racional do “conhecimento seguro”, isto é, a teoria da ciência (CORMANICH; CASTAÑON, 2018).

Segundo Bunge (1980), a epistemologia, ou filosofia da ciência, é uma vertente da filosofia que analisa a investigação científica e seu resultado, “o conhecimento científico”. Há meio século era apenas uma folha simplória, hoje a epistemologia é considerada um ramo essencial da árvore da filosofia. Naquele período não havia nenhuma publicação voltada para esse tema, já nos tempos hodiernos existem pelo menos três revistas internacionais especializadas no assunto - *Philosophy of science*, *The british Journal for the Philosophy of science* e *synthese* - como também algumas publicações a nível nacional (BUNGE, 1980).

Neste sentido, em um arcabouço sistêmico do conhecimento teórico, verdadeiro e incontestável, Abrantes definiu:

“a epistemologia pode, portanto, ser entendida como teoria do conhecimento: área da filosofia que investiga a natureza do conhecimento (o que é isso?), as suas origens (ou fontes), modalidades e limites. Usualmente, a teoria do conhecimento parte de uma análise (ou definição) da noção conhecimento, estabelecendo as condições necessárias (e conjuntamente suficientes) para se ter conhecimento. Numa tradição que remonta a Platão, analisa-se o conceito de conhecimento como crença verdadeira justificada” (ABRANTES, 2014, p.33).

Desta forma, entender epistemologia, é fundamental para o estudo aprofundado de qualquer ciência, objetivando a obtenção do que é o conhecimento, de onde ele vem, como aplicá-lo e assim poder afirmar que conhece sobre qualquer coisa, ou ainda, que

o conhecimento é científico. Estudar epistemologia é fazer de um tipo específico de conhecimento, uma forma mais segura de se pautar na realidade dos fatos, para então ser aplicado na prática. Como por exemplo, da medicina, da psicologia, da engenharia, da física e assim por diante. Determinando desta forma, um corpo de conhecimento mais seguro do que aqueles empíricos, fundamentados unicamente na tradição oral. Em síntese, estudar epistemologia, é entender as diferenças entre os variados tipos de conhecimento dentre as mais variadas áreas filosóficas, históricas, sociológicas e imprescindivelmente científicas (CORMANICH; CASTAÑÓN, 2018).

2.6 Epistemólogos contemporâneos do século XX

O século XX trouxe grandes transformações nos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais de toda a humanidade. Neste sentido, ele foi definido pelo bioquímico espanhol Severo Uchoa como o século do progresso científico, que foi extraordinário, fazendo com que a sociedade se beneficiasse no ponto de vista material e tecnológico a tal ponto que o conhecimento científico galgou uma posição de destaque, chegando ao status de máxima confiabilidade. No entanto, surgem as interrogações, qual o propósito da ciência para a sociedade? Quais critérios marcam a legitimidade em torno da autoridade que ilustra o campo do saber científico? Esse tipo de questionamento deu norte ao debate epistemológico que centraliza a demarcação do campo da ciência ao longo do século XX.

Partindo dessa premissa, o que poderia ser considerado ciência e como esse saber avançaria rumo ao progresso científico? Nesta perspectiva, quatro autores foram destaques por suas obras nesse trajeto em torno de tais questionamentos. Destaca-se que os quatro autores tem formação nas áreas da ciência natural e da matemática, apesar disso, preocuparam-se com as questões epistemológicas da filosofia e da história da ciência, como imprescindíveis para se compreender o campo da pesquisa e do fazer científico. Desta forma, eles: Karl Popper (1902-1994), Imre Lakatos (1922-1974), Paul Feyerabend (1924-1974) e Tomas S. Kuhn (1922-1996), com suas principais ideias e suas diferenças, revolucionaram o saber e o fazer científico do século XX, com seus argumentos de sustentação no sentido do que deva ser ou não ser ciência (COSTA; KIPNIS, 2014).

2.6.1 Karl Popper

Nascido em 28 de julho de 1902 em Himmelhof, distrito de Ober St. Viet em Viena na Austrália, Karl Raimund Popper era filho do advogado Dr. Simon Siegmund Carl Popper e de Jenny Schilf Popper, doméstica com grande propensão musical. Nesse ambiente de diversidade cultural, de ideias liberais, somando-se ao interesse pelas artes, surge a influência preponderante no pensamento de Popper (PELUSO, 1995).

Sua filosofia, conhecida como *racionalismo crítico*, preocupava-se com as questões pertinentes à teoria do conhecimento, ou seja, à epistemologia. O seu livro *A lógica*

da pesquisa científica, que se elaborou em uma crítica ao *positivismo lógico* o qual defendeu que todo conhecimento é falível, corrigível e provisório (SILVEIRA, 1996). Nesse sentido, Popper formula sua concepção sobre a natureza do conhecimento científico em oposição à concepção indutivista de ciência. Então, o conhecimento científico equivaleria a proposições gerais e, a priori, verdadeiras adquiridas por meio de proposições sobre observações singulares (CHALMERS, 1999). A figura 1 mostra o pensador Karl Popper.

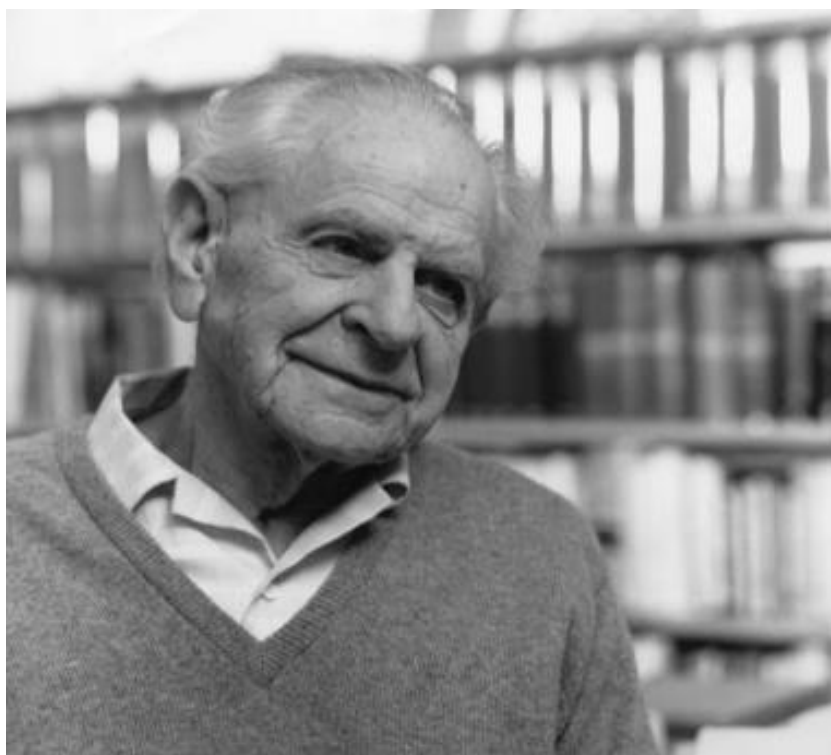


Figura 1 – Karl Popper (COMMONS, 2022).

Para Peluso (1995), de forma alguma se dissocia o fato de que Popper foi um fértil teórico da ciência por suas célebres contribuições. Desta forma, seus mais significativos trabalhos, encontram-se no âmbito da filosofia da ciência. Tendo como mais provocativas, suas teorias referentes aos métodos científicos, em especial, no tocante as ciências da natureza (PELUSO, 1995).

O problema da indução, tratado por Popper, constitui, segundo ele, um dos problemas fundamentais da teoria do conhecimento. Este, é citado por Popper como o problema acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontram base na experiência, tais como as hipóteses e os sistemas teóricos das ciências (POPPER, 2007). A formulação do problema da indução colapsou os fundamentos da ciência e qualquer atividade científica. Nesse aspecto, no ciclo de viena, os positivistas diziam que a indução distinguia a ciência dos outros campos de conhecimento e que, sua ausência impossibilitaria a ciência de distinguir suas teorias de utópicas fantasias.

Nessa perspectiva, tem-se que o método indutivo na visão de Reichenbach:

“[...]Ele determina a verdade das teorias científicas. Eliminá-lo da ciência significa nada menos que priva-la do poder de decidir quanto à verdade ou falsidade de suas teorias. Sem ele, a ciência perderia indiscutivelmente o direito de separar suas teorias das criações fantasiosas do poeta REICHENBACH” (POPPER, 2007, p.28).

2.6.2 Imre Lakatos

Considerada uma das mais importantes reflexões na filosofia da ciência do século XX, a epistemologia de Imre Lakatos foi interrompida com sua morte em 1974. A sua metodologia dos programas de pesquisa científica (MPPC) interpreta, por meio da lógica, que “as revoluções científicas como casos de progresso racional e não de conversões religiosas” (LAKATOS, 1979, p.19). Nesse aspecto, quando Lakatos entrou em contato com a filosofia de Karl Popper, ele tinha quase quarenta anos de idade e estava saindo da Hungria, sua cidade natal, por motivos políticos. Na ocasião, Lakatos escreveu:

“Minha dívida pessoal com ele é imensa: mudou minha vida mais que nenhuma outra pessoa (...). Sua filosofia me ajudou a romper, de forma definitiva, com a perspectiva hegeliana que eu havia retido durante quase vinte anos, e, o que é ainda mais importante, me forneceu um conjunto muito fértil de problemas, um autêntico programa de pesquisa” (LAKATOS, 1979, p.190).

O crescimento do conhecimento científico deve ser realizado por meio de avaliação objetiva pelas mudanças progressivas ou regressivas. A própria ciência como um todo pode ser considerada um imenso programa de pesquisa com a suprema regra heurística de Popper: “arquitetar conjecturas que tenham maior conteúdo empírico do que as suas predecessoras” (LAKATOS, 1979, p.162).

A epistemologia de Imre Lakatos é uma abordagem moderna da filosofia da ciência que busca equilibrar o rigor científico com a abordagem crítica. Ele destacou o fato de que o progresso científico não deve ser medido unicamente pela eficácia de seus resultados, mas também pela maneira como a teoria é desenvolvida. Lakatos define o progresso científico como a substituição de teorias antigas por novas que sejam melhores do que as anteriores. Ele defende que, para que uma teoria seja considerada melhor do que outra, ela deve ter maior capacidade de previsão, ser mais fácil de entender, fornecer explicações mais simples e oferecer maior capacidade de explicação de novos fenômenos. Além disso, Lakatos argumentou que teorias científicas devem ser testadas empiricamente e criticamente. Ele também desenvolveu o conceito de “progresso científico guiado por problemas”, que se concentra na maneira como problemas científicos são abordados. A figura 2 mostra o epistemólogo Imre Lakatos.



Figura 2 – Imre Lakatos (KADVANY, 2001).

2.6.3 Paul Feyerabend

Epistemólogo Austríaco, Paul Carl Feyerabend nasceu em Viena em 1924 falecendo em Zurique aos 70 anos. Atuou com estudiosos renomados como Imre Lakatos e Karl Popper. Feyerabend é conhecido pela alcunha de “pior inimigo da ciência” devido a declarações enfatizando que abordagens que não estariam ligadas a instituições científicas teriam algum valor (PANTOJA; REGIANI, 2020). Diversas críticas à epistemologia de Paul Feyerabend derivam do fato do autor defender a pluralidade de teorias e metodologias. Este por sua vez, não defende que qualquer coisa pode ser ciência, mas que a fronteira entre o que é científico e o que não é científico não é intransponível, imutável (FEYERABEND, 1989). A figura 3 mostra o epistemólogo Paul Carl Feyerabend.

A epistemologia de Paul Feyerabend busca responder questões sobre a natureza do conhecimento e a forma como ele é adquirido. Ele argumenta que os métodos científicos tradicionais são limitados e que as ideias consideradas não científicas podem contribuir para o conhecimento. Ele defende que deve haver uma abordagem aberta à aquisição de conhecimento em vez de um método único. Feyerabend defende que a liberdade intelectual é essencial para o desenvolvimento da ciência e que as ideias não científicas devem ser consideradas igualmente válidas. Ele acredita que o conhecimento é adquirido através de experimentação, observação e discussão, em vez de apenas através de dedução lógica.

Ele defende que a ciência não é necessariamente a única ferramenta para a aquisição de conhecimento e que outros métodos, tais como a mitologia, também devem ser considerados.

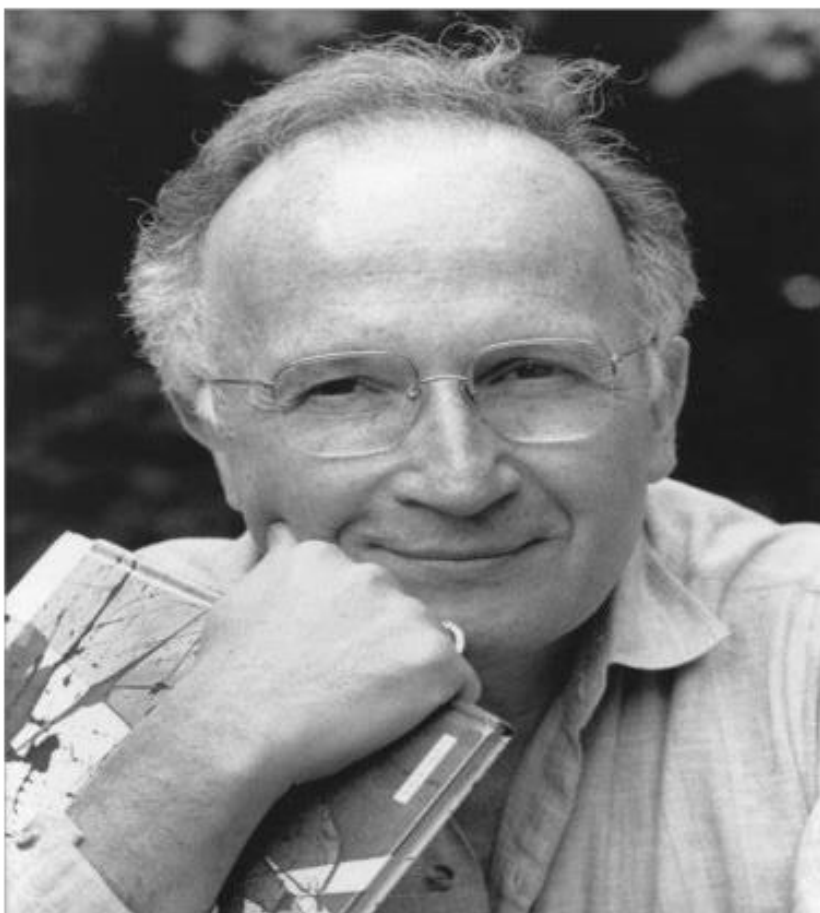


Figura 3 – Epistemólogo Austríaco Paul Carl Feyerabend (PANTOJA; REGIANI, 2020).

Mário Bunge (1985) repreendeu fortemente com críticas às declarações de Feyerabend, sobre a tese de igualdade de tratamento e de valoração entre conhecimento científico e outras tradições. Tais críticas advêm do fato de que a epistemologia de Paul Feyerabend argumenta o pluralismo metodológico e a pluralidade de teorias (BUNGE, 1985).

Para Paul Feyerabend, “a ciência deveria ser estabelecida em uma sociedade livre, ou seja, na visão do autor uma sociedade livre deveria ser aquela em que todas as tradições têm direitos iguais e igual acesso aos centros de poder, ou seja, não influenciada por pressões indevidas de nenhuma das tradições” (FEYERABEND, 2011, p.131-132). Nessa perspectiva, a epistemologia de Paul Feyerabend parte do princípio de que a fronteira entre o que é científico e o que não é científico, não é intransponível e de que não é qualquer coisa que pode ser vista como ciência. Isso advêm do fato, segundo os racionalistas, de que não existe um método científico universal, cada tradição possui métodos próprios e padrões definidos (DAMASIO; PEDUZZI, 2017). Nessa ótica, Paul Feyerabend disse:

“A ciência não é nem uma tradição isolada nem a melhor tradição que há,

exceto para aqueles que se acostumaram com sua presença, seus benefícios e suas desvantagens. Em uma democracia, deveria ser separada do Estado exatamente como as igrejas ora estão dele separadas” (FEYERABEND, 2007, p.319).

2.6.4 Thomas S. Kuhn

Thomas S. Kuhn (1922-1996), no final do século XX, tornou-se um dos mais importantes filósofos da ciência devido, principalmente, a publicação, em 1962, da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, sendo esta, um marco na história da filosofia da ciência (BARTELMÉBS, 2012). Na perspectiva Kuhniana os diferentes modos de pesquisa e suas respectivas qualidades são a causa do desenvolvimento da ciência por meio de episódios, sendo estes, cíclicos e com alternância ao longo da história do desenvolvimento científico (COSTA, 2020). Nessa perspectiva, a ciência na visão de Kuhn não pode ser linear muito menos cumulativa, ou seja, o seu desenvolvimento é intermitente e marcado por revoluções científicas (RAMALHO, 2018). A figura 4, ilustra o pensador e filósofo Thomas S. Kuhn.



Figura 4 – Epistemólogo Thomas S. Kuhn (RAMALHO, 2018).

Conhecida como “a nova filosofia da ciência” por utilizar abordagens que voltam para a história como ponto de partida, a filosofia de Kuhn tem como característica as ideias de Shapére, tendo este escrito:

“Os pressupostos que são mantidos variam de uma teoria ou tradição para outra. De fato, o que distingue uma teoria ou tradição de outra, em

última análise, é o conjunto de pressupostos subjacentes a ela. Portanto, embora esses autores mantenham que alguns pressupostos sempre tenham sido feitos e (ao menos de acordo com alguns autores) devem ser sempre feitos, não há um único conjunto [de pressupostos] que deva ser sempre feito. Ao defender esta visão, como já tem sido sugerido, os autores fazem um vasto apelo aqueles casos da história da ciência” (SHAPERÉ; SHAPERÉ, 1984, p.64-65).

Nesse aspecto o progresso da ciência, segundo Kuhn acontece em duas configurações distintas, sendo a primeira, o resultado do desenvolvimento de uma determinada comunidade científica dentro de um paradigma e a segunda devido os períodos revolucionários que causariam descontinuidade, ou seja, a imensidão entre paradigmas (COSTA, 2020).

3 A ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS

Neste capítulo serão abordadas as principais idéias da filosofia de Thomas S. Kuhn e seus aspectos relevantes para o pensar científico, o método científico e seus aspectos. A filosofia de Kuhn, reconhecida como uma das mais importantes do século XX, se debruça nas revoluções que a ciência sofre ao longo da história humana e a quebra de paradigma, para uma construção social do conhecimento, sendo que esta acontece de forma cíclica e incontrolável. A análise histórica feita por Kuhn em seu livro revelou que a ciência é construída historicamente. Isso significa que a ciência é formada por um processo de desenvolvimento e mudança ao longo do tempo. Para Kuhn, esta é uma aceção mais abrangente da ciência do que a dada pelas concepções tradicionais, que enfatizavam o progresso contínuo. Ao invés disso, Kuhn argumenta que o progresso científico é alcançado através de mudanças bruscas e revolucionárias de paradigmas, que podem levar a saltos qualitativos na compreensão científica. Isso significa que a história da ciência é fundamental para compreender a ciência e que nenhuma compreensão abrangente da mesma pode ser alcançada sem considerar a história.

3.1 Uma Interpelação Histórica da ciência

Uma grave crise na tradição de pensamento se instalou na filosofia da ciência na década de 1960, pois esta considerava a ciência como se fosse um esforço expressivo “façanha máxima da razão humana” (HACKING, 2012). Uma das motivações dessa crise foi designado à obra de Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Esta influenciou os rumos da epistemologia nos anos sessenta. O filósofo americano observou, por intermédio de um percurso investigativo, estudos históricos sobre a física de aristóteles, a origem da revolução científica do século XVII e linguagem analítica da filosofia. Dessa forma, o título da obra já nos sintetiza uma percepção relativa à natureza do desenvolvimento científico entendido por intermédio de revoluções.

Dessa maneira, a imagem inovadora da ciência que o filósofo Thomas Kuhn concebeu, ressuscitou questões que levaram a debates tanto dentro, quanto fora do mundo científico, o que levou a uma crise da racionalidade científica (CUPANI, 2013). Segundo Kuhn (2021) “se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina”. Dessa forma, o autor nos diz nestas linhas sobre seu pensamento de uma ciência cumulativa e gradual (KUHN, 2021, p.9).

Nessa perspectiva, a ciência deveria ser a junção de fatos, métodos e teorias disponíveis em manuais de difusão de cada ciência. Portanto, ao historiador da ciência,

cabe a descrição dos fatos como, por exemplo, “o bloqueio do avanço da ciência, em determinada época, foi causado por quais motivos”. Kuhn, em uma passagem do primeiro capítulo, nos afirma que:

“Se a ciência é a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos atuais, então os cientistas são homens que, com ou sem sucesso, empenharam-se em contribuir com um ou outro elemento para essa constelação específica. O desenvolvimento torna-se o processo gradativo através do qual estes itens foram adicionados, isoladamente ou em combinação, ao estoque sempre crescente que constitui o conhecimento e a técnica científica. E a história da ciência torna-se a disciplina que registra tanto esses aumentos sucessivos como os obstáculos que inibiram sua acumulação. Preocupado com o desenvolvimento científico, o historiador parece então ter duas tarefas principais. De um lado deve determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea foi descoberta ou inventada. De outro lado, deve descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico. Muita pesquisa foi dirigida para esses fins e alguma ainda é” (KUHN, 2021, p.20).

Sobre *A Estrutura Hacking* (2012) retrata uma imagem da ciência muito clara e compreensível, diverso para qualquer leitor (HACKING, 2012, p.17). Nessa perspectiva, segundo a sugestão de Kuhn, (BARRA, 2012) escreve que momentos históricos alusivos à ciência, deveriam ser aqueles em que se registra o acontecimento das revoluções científicas. Kuhn, portanto, acredita que a história da ciência pode nos dar um panorama maior sobre o trabalho científico. Ele argumenta que a ciência não é um processo acumulativo, mas sim estruturado por mudanças bruscas, que são chamadas de revoluções científicas. Estas revoluções ocorrem quando uma teoria antiga é rejeitada e substituída por uma nova, que explica melhor os fenômenos observados e reúne todas as teorias anteriores. A análise da história da ciência, portanto, permite que compreendamos melhor como ocorrem as revoluções científicas e como elas moldam o trabalho científico. Portanto, Kuhn afirma o seguinte:

“Nos últimos anos, alguns historiadores estão encontrando mais e mais dificuldades para preencher as funções que lhes são prescritas pelo conceito de desenvolvimento por acumulação. Como cronistas de um processo de aumento, descobrem que a pesquisa adicional torna mais difícil (e não mais fácil) responder a perguntas como: quando foi descoberto o oxigênio? Quem foi o primeiro a conceber a conservação da energia? Cada vez mais, alguns deles suspeitam de que esses simplesmente não são os tipos de questões a serem levantadas. Talvez a ciência não se desenvolva pela acumulação de descobertas e invenções individuais. Simultaneamente, esses mesmos historiadores confrontam-se com dificuldades crescentes para distinguir o componente “científico” das observações e crenças passadas daquilo que seus predecessores rotulam prontamente de “erro” e “superstições”. Quanto mais cuidadosamente estudam, digamos, a dinâmica aristotélica, a química flogística ou a termodinâmica calórica, tanto mais certos tornam-se de que, como um todo, as concepções de

natureza não eram nem menos científicas, nem menos o produto da idiosincrasia do que as atualmente em voga” (KUHN, 2021, p.20-21).

Portanto, a estrutura das revoluções científicas ocorrem em três fases: pré-paradigmática, normal e extraordinária. A primeira é quando não há um paradigma dominante, a segunda é quando um paradigma é estabelecido e os cientistas trabalham resolvendo problemas de quebra-cabeça, e a última é quando a crise é resolvida por meio de uma revolução científica que cria, desenvolve e estabelece um novo paradigma. A figura 5 mostra, segundo a epistemologia de Kuhn, os ciclos que a ciência se desenvolve ao longo do tempo.

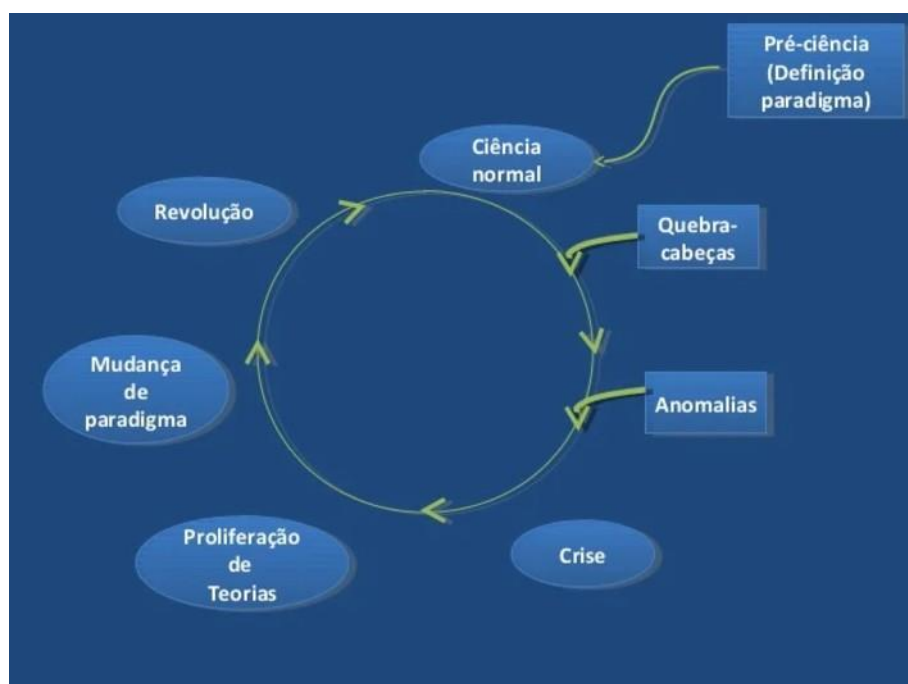


Figura 5 – O ciclo do desenvolvimento da ciência, segundo Thomas Kuhn (MASTERMAN, 1979).

Nesse sentido, essas mudanças são submetidas a quatro fases de desenvolvimento:

1. Pré-ciência: É uma etapa não científica, caracterizada por conhecimento empírico e tradição.
2. Ciência normal: É a fase em que ocorrem os esforços de consolidação de um paradigma aceito pela comunidade científica.
3. Crise: Fase em que ocorrem descobertas e experimentos que desafiam o paradigma aceito e que culminam, ou não, na mudança do paradigma.
4. Revolução científica: É a fase em que ocorre a mudança de paradigma e a consolidação de um novo, que se tornará o paradigma aceito pela comunidade científica.

A fase pré-paradigmática é caracterizada pela ausência de um consenso entre os estudiosos sobre uma teoria única que possa orientar seus estudos. Nessa fase, diferentes

escolas de pensamento competem entre si para estabelecer suas próprias teorias, cada uma com base em uma metafísica ou filosofia distinta. Nessa fase, é comum o desenvolvimento de debates e discussões entre os diversos grupos para tentar chegar a um consenso sobre o melhor caminho a seguir. Também é comum o surgimento de novas abordagens científicas e metodológicas que podem contribuir para o desenvolvimento do campo (COSTA, 2020).

3.2 Paradigmas

Um paradigma é um conjunto de ideias, técnicas e conceitos que uma comunidade científica usa para explicar ou resolver problemas. Estes paradigmas podem ser úteis para guiar a pesquisa e a prática científica, e às vezes podem mudar completamente a forma como um campo científico é estudado (KUHN, 2021, p.30). Em outras palavras, esses paradigmas de sucesso devem possuir visão de futuro e um exército de pessoas comprometidas com a realização dos objetivos. Eles devem ser abertos ao novo, acomodar mudanças e evolução, e criar condições para que as pessoas possam trabalhar juntas (KUHN, 2021, p.30).

Isso reforça ainda mais a importância de se ter um primeiro paradigma, pois ele pode servir como o elo que une os diferentes ramos da ciência e ajuda a garantir que os resultados obtidos sejam consistentes e aplicáveis a todos os campos relacionados. Além disso, uma vez que os interesses entre as diferentes áreas da ciência tendem a se tornar mais sintonizados quando um paradigma é estabelecido, os cientistas podem começar a compartilhar seus conhecimentos e resultados entre si, o que acelera o processo de descoberta científica. Sobre paradigma, Kuhn afirma que:

“A definição mais restrita de grupo científico tem outras consequências. Quando um cientista pode considerar um paradigma como certo, não tem mais necessidade, nos seus trabalhos mais importantes, de tentar construir o seu campo de estudos começando pelos primeiros princípios e justificando o uso de cada conceito introduzido. Isso pode ser deixado para os autores de manuais. Mas, dado o manual, o cientista criador pode começar sua pesquisa onde o manual a interrompe e desse modo concentra-se exclusivamente nos aspectos mais sutis e esotéricos dos fenômenos naturais que preocupam o grupo. Na medida em que fizer isso, seus relatórios de pesquisa começarão a mudar, seguindo tipos de evolução que têm sido muito pouco estudados, mas cujos resultados finais modernos são óbvios para todos e opressivos para muitos. Suas pesquisas já não serão habilmente incorporadas a livros como *Experiências... sobre a Eletricidade de Franklin* ou *a Origem das Espécies de Darwin*, que eram dirigidos a todos os possíveis interessados no objeto de estudo do campo examinado. Em vez disso, aparecerão sob a forma de artigos breves, dirigidos apenas aos colegas de profissão, homens que certamente conhecem o paradigma partilhado e que demonstram ser os únicos capazes de ler os escritos a eles endereçados” (KUHN, 2021, p.40).

No entanto, deve-se notar que os paradigmas não são estáticos. Eles podem mudar à medida que novas descobertas e teorias são desenvolvidas. Por exemplo, o paradigma da

teoria da relatividade, que foi desenvolvida por Albert Einstein, mudou o paradigma da física. A teoria da relatividade levou a novas ideias e conceitos que contrariavam muitas das teorias existentes nos campos da mecânica newtoniana e da física clássica. No entanto, mesmo com as novas teorias, o paradigma da teoria da relatividade é seguido por muitos físicos até hoje. Portanto, pode-se concluir que o paradigma é importante para a ciência normal, pois fornece um guia para a pesquisa, mesmo que existam divergências entre os membros de uma comunidade.

3.3 Ciências normal e extraordinária

O termo “ciência normal” se refere a um tipo de ciência baseada nos princípios científicos estabelecidos pelos paradigmas científicos. Trata-se de um método de investigação baseado na observação, experimentação, testes e interpretação de dados. O objetivo da ciência normal é desenvolver teorias científicas que expliquem fenômenos naturais. Por meio desta abordagem, os pesquisadores buscam compreender melhor os processos naturais e aplicar os conhecimentos adquiridos ao desenvolvimento de tecnologias e outras formas de conhecimento. “A pesquisa firmemente baseada em realizações científicas passadas significa o uso de conhecimento científico anterior para a formulação de uma teoria ou hipótese para investigação. Esta abordagem envolve a utilização de evidências existentes como base para a formulação de novas ideias e teorias” (KUHN, 2021, p.29).

Durante o período de ciência normal, o praticante de uma ciência irá procurar solucionar problemas científicos que possam ser resolvidos de acordo com o paradigma que está sendo seguido. Isso significa que os praticantes da ciência irão avaliar os resultados que eles obtêm e fazer deduções a partir deles. Essas deduções devem ser feitas conforme o paradigma e as conclusões devem estar em concordância com os princípios do paradigma.

O trabalho de articulação do paradigma também envolve encontrar novos modelos e teorias que possam explicar o que está sendo observado e testado. Isso pode incluir a criação de novas hipóteses, o desenvolvimento de novos experimentos e a análise de dados. Também significa que o praticante da ciência deve ser capaz de identificar e descartar modelos e teorias que não sejam consistentes com o paradigma.

Assim, durante o período de ciência normal, o praticante de uma ciência irá agir para avaliar, revisar e aprimorar o paradigma usando as ferramentas e métodos da ciência. Essa avaliação e aprimoramento devem levar em conta as novas condições e desafios, a fim de garantir que o paradigma seja o mais adequado possível para a investigação científica.

Esta articulação é necessária para que o paradigma possa ser melhorado, para que novos experimentos possam ser realizados e para que se possam desenvolver novas teorias. A articulação é importante também porque as novas descobertas científicas podem exigir novos modelos ou aperfeiçoamentos dos modelos existentes, e a articulação do

paradigma ajuda os cientistas a verificar se estão trabalhando com teorias adequadas e com experimentos precisos. A articulação do paradigma ajuda ainda a verificar se os achados estão em consonância com as teorias que já existem, ajudando assim os cientistas a desenvolver suas pesquisas de forma mais consistente, como observado por Kuhn:

“Para que se compreenda como isso é possível, devemos reconhecer que um paradigma pode ser muito limitado, tanto no âmbito como na precisão, quando de sua primeira aparição. Os paradigmas adquirem seu status porque são mais bem sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que o grupo de cientistas reconhece como graves. Contudo, ser bem sucedido não significa nem ser totalmente bem sucedido com um único problema, nem notavelmente bem sucedido com um grande número. De início, o sucesso de um paradigma – seja a análise aristotélica do movimento, os cálculos ptolomaicos das posições planetárias, o emprego da balança por Lavoisier ou matematização do campo eletromagnético por Maxwell – é, a princípio, em grande parte, uma promessa de sucesso que pode ser descoberta em exemplos selecionados e ainda incompletos. A ciência normal consiste na atualização dessa promessa, atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando-se ainda mais o próprio paradigma”(KUHN, 2021, p.44).

Segundo Kuhn, ao longo dos períodos científicos típicos, os cientistas trabalham com três focos principais para conduzir investigações científicas sobre os fatos:

1. Solucionar problemas: os cientistas trabalham para resolver problemas práticos e teóricos dentro de um paradigma estabelecido.
2. Desenvolver e testar hipóteses: os cientistas formulam e testam hipóteses para explicar os fatos e as observações que fazem.
3. Estabelecer teorias: os cientistas aprimoram e desenvolvem teorias que explicam de maneira mais ampla os fatos observados.

Esses focos, segundo Kuhn, “não são sempre, ou permanentemente nem sempre ou permanentemente diferentes” (KUHN, 2021, p.46).

“Os estudiosos da filosofia da ciência demonstram repetidamente que mais de uma construção teórica pode ser aplicada a um conjunto de dados determinados, qualquer que seja o caso considerado. A história da ciência indica que, sobretudo nos primeiros estágios de desenvolvimento de um novo paradigma, não é muito difícil inventar tais alternativas. Mas essa invenção de alternativas é precisamente o que os cientistas empreendem, exceto durante o período pré-paradigmático do desenvolvimento de sua ciência e em ocasiões muito especiais de sua evolução subsequente. Enquanto os instrumentos proporcionados por um paradigma continuam capazes de resolver os problemas que este define, a ciência move-se com maior rapidez e aprofunda-se ainda mais através da utilização confiante desses instrumentos. A razão é clara. Na manufatura, como na ciência - a produção de novos instrumentos é uma extravagância reservada para as ocasiões que a exigem. O significado das crises consiste exatamente no

fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos” (KUHN, 2021, p.105).

Nesse momento, os cientistas começam a explorar novos paradigmas, a criar novas teorias e a refletir sobre como as suas descobertas podem mudar a compreensão de fenômenos naturais e sociais. A comunidade científica passa a debater sobre o que está certo ou errado e o que precisa ser feito para que a ciência avance. A crise gera um grande impulso para a inovação, pois é necessário encontrar novas formas de abordar os problemas. Isso pode levar ao desenvolvimento de novas tecnologias, técnicas e ferramentas que aceleram o progresso científico. Essas mudanças também podem ser vistas dentro das instituições acadêmicas, onde as práticas tradicionais são questionadas e os estudantes são incentivados (KUHN, 2021, p.95).

Existem três maneiras pelas quais as crises da ciência podem terminar. A primeira delas: os praticantes finalmente encontram uma maneira de articular o paradigma às anomalias, acabando com a crise ao longo do caminho. A segunda maneira: os cientistas podem chegar a conclusão de que não há solução para os problemas. A questão neste caso é rotulada como caso particular e deixada para as próximas gerações. A terceira maneira: finalmente, a crise pode acabar com o surgimento de um novo candidato a paradigma e resultar em uma revolução científica.

3.4 As revoluções e as mudanças de concepções

Os períodos de ciência extraordinária acabam provocando revoluções científicas porque duas mudanças ocorrem na comunidade científica com o surgimento de um novo paradigma. A primeira, é que o número de cientistas aumenta significativamente, o que aumenta o número de ideias e teorias sendo debatidas e, acima de tudo, os cientistas agora têm um conjunto de diretrizes para direcionar seu trabalho científico. A segunda razão é que os cientistas agora têm uma nova perspectiva do mundo graças a esse novo paradigma. Isso porque o novo paradigma que surge para enfrentar a crise é logicamente incompatível com seu antecessor.

A falta de compatibilidade lógica entre os paradigmas sucessivos é uma característica do trabalho científico, uma vez que o novo paradigma se destina inicialmente a abordar questões que o anterior não conseguia resolver. Kuhn argumenta que o conhecimento científico se desenvolve através de mudanças de paradigma, e que cada paradigma tem seu próprio conjunto de premissas, conceitos, teorias e práticas que definem seu campo. Ele argumenta que, quando os paradigmas mudam, a ciência muda, pois as novas premissas, conceitos, teorias e práticas dos novos paradigmas são diferentes das anteriores. Logo, cada mudança de paradigma traz consigo uma nova compreensão do mundo. Nesse contexto, segundo o autor:

“Aceitemos portanto como pressuposto que as diferenças entre paradigmas sucessivos são ao mesmo tempo necessárias e irreconciliáveis. Poderemos precisar mais explicitamente que espécies de diferenças são essas? O tipo mais evidente já foi repetidamente ilustrado. Paradigmas sucessivos nos ensinam coisas diferentes acerca da população do universo e sobre o comportamento dessa população. Isto é, diferem quanto a questões como a existência de partículas subatômicas, a materialidade da luz e a conservação do calor ou da energia. Essas são diferenças substantivas entre paradigmas sucessivos e não requerem maiores exemplos. Mas os paradigmas não diferem somente por sua substância, pois visam não apenas à natureza, mas também à ciência que os produziu. Eles são fontes de métodos, áreas problemáticas e padrões de solução aceitos por qualquer comunidade científica amadurecida, em qualquer época que considerarmos. Conseqüentemente, a recepção de um novo paradigma requer com freqüência uma redefinição da ciência correspondente. Alguns problemas antigos podem ser transferidos para outra ciência ou declarados absolutamente “não-científicos”. Outros problemas anteriormente tidos como triviais ou não-existentes podem converter-se, com um novo paradigma, nos arquétipos das realizações científicas importantes. À medida que os problemas mudam, mudam também, seguidamente, os padrões que distinguem uma verdadeira solução científica de uma simples resolução metafísica, de um jogo de palavras ou de uma brincadeira matemática. A tradição científica normal que emerge de uma revolução científica é não somente incompatível, mas muitas vezes verdadeiramente incomensurável com aquela que a precedeu” (KUHN, 2021, p.137-138).

Isso indica que uma mudança de paradigma resulta em uma mudança significativa no trabalho científico e, como resultado, as mudanças são revolucionárias. No entanto, a comunidade científica começou a esconder as revoluções recontando sua história nas publicações científicas. É uma característica das revoluções que o torna invisível. Essa invisibilidade, no entanto, não significa que não haja mudanças significativas ocorrendo. Pelo contrário, as revoluções científicas têm um impacto direto na maneira como a ciência é realizada e como os resultados são interpretados. Por exemplo, quando os cientistas começaram a estudar a radiação ultravioleta, isso mudou significativamente a maneira como eles olhavam para as doenças infecciosas e para a saúde em geral. Isso levou a avanços significativos na prevenção e tratamento de doenças infecciosas, bem como na compreensão da física e da química de nosso mundo. Sobre os manuais e a invisibilidade das revoluções, Kuhn escreveu:

“Desse modo, os manuais começam truncando a compreensão do cientista a respeito da história de sua própria disciplina e em seguida fornecem um substituto para aquilo que eliminaram. É característica dos manuais científicos conterem apenas um pouco de história, seja um capítulo introdutório, seja, como acontece mais freqüentemente, em referências dispersas aos grandes heróis de uma época anterior” (KUHN, 2021, p.177).

A invisibilidade das revoluções também ajudará a comunidade a desenvolver uma imagem de uma ciência que avança em direção à realidade. No entanto, a comparabilidade de paradigmas sucessivos e o próprio interesse dos cientistas em reescrever os próprios

manuais para encaixá-los em um novo paradigma revela falhas na concepção da ciência que avança em direção à realidade. A ideia de ciência que avança em direção à realidade depende da compreensão de que existem mudanças significativas nas noções fundamentais, como a natureza da verdade, que se desenvolvem ao longo do tempo.

As revoluções científicas, que alteram as noções fundamentais do conhecimento científico, são a causa dessas mudanças. No entanto, devido à natureza invisível dessas revoluções, elas não são facilmente identificáveis e, portanto, não são reconhecidas por toda a comunidade científica. Isso pode levar a uma percepção de que a ciência não está progredindo em direção à realidade, quando na verdade ela está.

As revoluções científicas são desencadeadas por uma percepção crescente de que o paradigma vigente era inadequado para resolver problemas que ele próprio havia contribuído para criar. Para Kuhn, um cientista passa por uma experiência semelhante a uma “conversão” quando chega a conclusão de que um paradigma precisa ser substituído por outro. Uma mudança de paradigma acarreta uma mudança em toda a visão de mundo do cientista.

Durante uma revolução científica, os cientistas descobrem novos métodos e teorias para explicar os fenômenos naturais. O novo paradigma é mais adequado para explicar o mundo e pode ser aplicado em questões diferentes. Isso resulta em maior entendimento dos fenômenos e em consequente avanço da ciência. Durante esse processo, os cientistas desenvolvem novas técnicas experimentais e interpretativas, além de discutirem as implicações filosóficas e sociais da nova teoria. Com esses avanços, os cientistas são capazes de fornecer soluções para problemas complexos de forma mais eficaz do que antes.

3.5 A incomensurabilidade e a resolução das revoluções

Kuhn argumentou que as revoluções científicas são necessárias para permitir que a ciência evolua. Ele argumentou que as revoluções científicas são o resultado de mudanças na percepção de problemas, e que as soluções são alcançadas através da adoção de um novo paradigma científico. O paradigma científico é o conjunto de princípios, valores e teorias que guiam a prática científica. Quando um novo paradigma é aceito, ele permite que os cientistas enxerguem os problemas com uma perspectiva nova. Esta mudança de perspectiva possibilita a criação de soluções que não eram possíveis com o paradigma anterior. Assim, as revoluções científicas podem ser vistas como um processo necessário para permitir que a ciência evolua e avance.

Kuhn acreditava que os paradigmas sucessivos são incomensuráveis. A incomensurabilidade entre paradigmas denota a falta de compatibilidade lógica entre os mesmos. Em outras palavras, a troca do paradigma antigo por um novo promove a reconstrução de vários dos norteadores teóricos de uma comunidade científica. O trabalho que era feito

anteriormente pelos cientistas sofre alterações que vão desde os métodos mais simples aplicados em laboratório até os conceitos mais elaborados e avançados de uma ciência. Kuhn expande essas afirmações e argumenta que, além da falta de compatibilidade lógica entre paradigmas sucessivos, elas também indicam diferentes visões de mundo porque o novo paradigma muda as entidades pertencentes à comunidade científica. Em outras palavras, o novo paradigma muda a forma como os cientistas percebem o mundo. Desse modo, Kuhn afirma que:

“Consequentemente, em períodos de revolução, quando a tradição científica normal muda, a percepção que o cientista tem de seu ambiente deve ser reeducada – deve aprender a ver de uma nova forma (gestalt) em algumas situações com as quais já está familiarizado. Depois de fazê-lo, o mundo de suas pesquisas parecerá, aqui e ali, incomensurável com o que habitava anteriormente. Esta é outra razão pela qual escolas guiadas por paradigmas diferentes estão sempre em ligeiro desacordo” (KUHN, 2021, p.148).

Em síntese, Kuhn argumenta que, além da falta de compatibilidade lógica entre os paradigmas sucessivos, eles indicam diferentes maneiras de ver o mundo, pois o novo paradigma cria um novo conjunto de entidades e conceitos que são aceitos pela comunidade científica. Isso muda a forma como os cientistas percebem o mundo e afeta como eles realizam sua pesquisa. Por exemplo, os cientistas de um paradigma pode prescrever certos métodos experimentais para investigar certos fenômenos, enquanto os cientistas de outro paradigma podem ter outros métodos experimentais para estudar o mesmo fenômeno. Isso significa que, devido à mudança de paradigma, um cientista pode ver o mundo de uma maneira totalmente diferente da que era antes.

A decisão de adotar um novo paradigma e substituir o antigo é tomada pelos membros da própria comunidade científica. No caso de um novo paradigma ser escolhido em detrimento do outro, duas características são essenciais. O paradigma deve primeiro abordar uma das questões que levaram à crise e ao período da ciência extraordinária. O novo paradigma deve incutir nos cientistas a crença de que deixará para trás um conjunto de questões que podem ser resolvidas no futuro.

O conceito de incomensurabilidade entre paradigmas sucessivos entra em contato com ideias que sustentam que a ciência está se aproximando da verdade sobre a natureza. Mas é comum acreditar que essas noções são verdadeiras. Esse sentimento, segundo Kuhn, é mais resultado de como percebemos a ciência e o quanto os cientistas trabalham para fazê-la parecer progressiva do que o resultado de suas pesquisas reais. Já foi mencionado o papel dos manuais na invisibilidade das revoluções. Os manuais são escritos quando um novo paradigma o faz, e este trabalho é feito a partir da perspectiva dos próprios cientistas, que acreditam firmemente no caráter progressista da ciência.

Kuhn explica que o paradigma precedente é visto como inferior pelo novo paradigma,

pois é incapaz de explicar os dados que foram descobertos e explicados pelo novo. O que é notável é que os cientistas de ambos os lados consideram que seu trabalho está se aproximando da verdade sobre a natureza. No entanto, essas verdades são de fato incomensuráveis, pois os paradigmas sucessivos têm diferentes interpretações e abordagens para a mesma questão. Portanto, o progresso da ciência não é linear, mas sim cíclico, em que a cada novo paradigma há uma reavaliação do conhecimento anterior, no qual Kuhn comentou:

“[...]Com relação a muitos desses problemas, nenhum dos competidores pode alegar condições para resolvê-los completamente. Requer-se aqui uma decisão entre maneiras alternativas de praticar a ciência e nessas circunstâncias a decisão deve basear-se mais nas promessas futuras do que nas realizações passadas. O homem que adota um novo paradigma nos estágios iniciais de seu desenvolvimento freqüentemente adota-o desprezando a evidência fornecida pela resolução de problemas. Dito de outra forma, precisa ter fé na capacidade do novo paradigma para resolver os grandes problemas com que se defronta, sabendo apenas que o paradigma anterior fracassou em alguns deles. Uma decisão deste tipo só pode ser feita com base na fé” (KUHN, 2021, p.200-201).

Em suma, para Thomas Kuhn, a resolução de uma revolução científica é quando as mudanças trazidas pela revolução se estabelecem como um novo paradigma verdadeiro. Ele afirma que o processo de mudança, ou “revolução”, é precedido por um período de crises, quando o antigo paradigma é questionado e novos são propostos. Kuhn também descreve a resistência ao novo paradigma, que pode levar a uma “revolução científica”, já que os cientistas podem defender a antiga visão com vigor. O processo de mudança só é concluído quando a comunidade científica aceita o novo paradigma e o antigo modelo é abandonado.

4 IMPLICAÇÕES DA EPISTEMOLOGIA KUHNIANA NA CIÊNCIA PÓS-MODERNA

Neste capítulo serão abordadas as implicações da epistemologia de Thomas S. Kuhn na ciência pós-moderna com foco principal na pandemia de covid-19 e suas inferências para a ciência.

4.1 Ciência pós-moderna

A ciência pós-moderna é um termo usado para descrever um conjunto de teorias e práticas que abordam as questões científicas de maneira crítica. As principais características da ciência pós-moderna são um olhar crítico para a ciência tradicional, a abordagem criativa de problemas e soluções, a relativização de princípios estabelecidos e a desconstrução de ideias preconcebidas. A ciência pós-moderna procura questionar as ideias tradicionais de ciência e expandir o conhecimento através de abordagens criativas. Os princípios da ciência pós-moderna são aplicáveis a todas as áreas do conhecimento, como ciências naturais, ciências sociais, filosofia, história e literatura (SANTOS, 1988).

Neste contexto, a Ciência Pós-Moderna é um termo usado para descrever um novo paradigma de pensamento científico que combina elementos da ciência tradicional com novas abordagens de estudo. É um termo usado para descrever uma ampla variedade de abordagens, incluindo estudos interdisciplinares, ciência complexa, estudos de sistemas, teoria dos jogos, estudos de redes, teoria dos sistemas, estudos de ética e filosofia da ciência. Estas abordagens são usadas para abordar questões complexas como mudanças climáticas, ecologia, saúde e bem-estar humano, energia, segurança alimentar e desenvolvimento econômico. Esta abordagem pode proporcionar uma base multidimensional para a tomada de decisões, permitindo aos pesquisadores e às organizações tomar decisões melhores informadas (VEIGA-NETO, 1998).

As implicações da ciência pós-moderna são profundas. Por exemplo, ela afeta a forma como o conhecimento é produzido, como é validado, como é transmitido e como é usado. A ciência pós-moderna também questiona a natureza da verdade científica e levanta a questão sobre o que é conhecimento objetivo e o que é meramente opinião. Além disso, a ciência pós-moderna também destaca a importância da colaboração e da inclusão de diferentes perspectivas e abordagens para a construção do conhecimento científico. Esta abordagem tem implicações para a forma como as universidades e as comunidades científicas produzem e validam o conhecimento, bem como para a forma como as instituições científicas se relacionam com a sociedade (GRECA; JR, 2004).

4.2 Epistemologia Kuhniana e a pandemia de covid-19

Kuhn desenvolveu a teoria da revolução científica, que é um modelo de mudança científica no qual as mudanças se dão através de rupturas episódicas, em que uma nova teoria substitui completamente a teoria anterior. Esta teoria explica como as ciências evoluem, e é útil para entender como a ciência pode adaptar-se a novas situações e desafios (OSTERMANN, 1996). A pandemia de covid-19 é um exemplo de como a ciência pode ser adaptada de forma rápida e eficaz para lidar com uma crise.

A pandemia de covid-19 gerou uma série de novos desafios e necessidades para a ciência, obrigando-a a se adaptar rapidamente. Por exemplo, as áreas da medicina e da saúde precisaram desenvolver novas estratégias de prevenção e tratamento para a doença, assim como novos modelos de previsão e análise de dados para avaliar a eficácia das medidas implementadas. Além disso, as áreas da economia, da engenharia, da educação e da tecnologia também precisaram se adaptar para lidar com os efeitos da pandemia (GALVÃO, 2021).

A teoria da revolução científica de Kuhn ajuda a explicar como a ciência pode se adaptar rapidamente a essas mudanças. O modelo sugere que, quando uma nova teoria substitui completamente uma teoria anterior, isto pode provocar uma ruptura na comunidade científica e gerar uma nova compreensão do mundo (HOLANDA, 2020). A pandemia de covid-19 foi um exemplo disso, pois provocou mudanças radicais nas áreas da saúde, economia e tecnologia. Estas mudanças exigiram que os cientistas se adaptassem rapidamente para lidar com os novos desafios.

Além disso, a pandemia também trouxe à tona uma discussão sobre a necessidade de uma maior colaboração entre as áreas científicas. A ciência pós-moderna tem buscado superar as fronteiras entre as diferentes áreas, pois é necessário que os cientistas trabalhem juntos para encontrar soluções aos problemas complexos, como a pandemia de covid-19 (BORGES; HERNÁNDEZ, 2021). Portanto, a teoria da revolução científica de Kuhn é uma ferramenta importante para compreender como a ciência pode se adaptar rapidamente a novas situações. A pandemia de covid-19 foi um exemplo de como a ciência pode se adaptar rapidamente, e a teoria de Kuhn ajuda a explicar como isso foi possível (VARGAS; ALVES; MREJEN, 2021). A pandemia também deu origem a uma discussão sobre a necessidade de maior colaboração e interdisciplinaridade na ciência, o que está em linha com a epistemologia de Kuhn.

A epistemologia de Kuhn têm grandes implicações na ciência pós-moderna, pois ela enfatiza a importância da perspectiva histórica e da cultura para a compreensão do conhecimento científico. A ideia de que as visões científicas são históricas, culturais e sociais influenciou o pensamento pós-moderno ao propor que o conhecimento científico não é imutável, mas sim é influenciado por contextos históricos, culturais e sociais. Por

exemplo, a teoria da evolução de Darwin foi resistida por muitos cientistas ao longo dos anos devido às suas implicações culturais e religiosas. A epistemologia de Kuhn sugere que os cientistas devem considerar esses fatores ao avaliar a validade de uma teoria científica (BORGES; HERNÁNDEZ, 2021). Esta abordagem histórica e cultural também tem sido importante para a análise de questões sociais e culturais, como a desigualdade de gênero e outros temas relacionados à ciência (OSTERMANN, 1996). Além disso, a epistemologia de Kuhn tem sido usada para desafiar as noções tradicionais de verdade e conhecimento científico, o que tem sido fundamental para o surgimento da ciência pós-moderna.

A epistemologia Kuhmiana tem fornecido aos cientistas a capacidade de reexaminar e modificar a forma como eles aprendem e processam informações. Esta abordagem tem sido particularmente útil para a ciência pós-moderna da pandemia de covid-19, pois permitiu que os cientistas questionassem, avaliassem e reinterpretassem os dados existentes, levando a novas descobertas e conclusões. A epistemologia Kuhmiana também permitiu que os cientistas conectassem ideias e dados de disciplinas diferentes para compreender melhor o desenvolvimento da pandemia. Por exemplo, os cientistas puderam usar a epidemiologia para compreender o comportamento da doença, enquanto usavam os princípios da biologia molecular para compreender a estrutura do vírus. Esta abordagem foi fundamental para melhorar os nossos conhecimentos sobre a pandemia e nos ajudar a tomar decisões informadas (VARELLA, 2022).

A visão epistemológica de Thomas Kuhn têm importantes implicações para a ciência pós-moderna da pandemia de covid-19. Sua teoria das revoluções científicas em particular mostra como o conhecimento científico é construído lentamente ao longo de tempo e como mudanças súbitas no paradigma científico podem ocorrer. Isso é particularmente relevante em situações de emergência, como a pandemia de covid-19, quando as respostas às mudanças são cruciais (ROACH, 2020).

A teoria de Kuhn nos diz que à medida que os cientistas investigam uma nova doença, seus resultados não são imediatos, mas são construídos ao longo do tempo. À medida que a covid-19 se desenvolve, os cientistas podem ser forçados a mudar suas hipóteses iniciais sobre como a doença se espalha e o que pode ser feito para detê-la. Essas mudanças podem ocorrer em curto prazo, mas de acordo com a teoria de Kuhn, elas estão apenas no início de um processo que pode levar anos para amadurecer (ROACH, 2020).

Thomas Kuhn afirmou que “as mudanças significativas na ciência ocorrem quando as pessoas percebem o mundo de forma diferente”. Em meio à pandemia de covid-19, essa declaração é particularmente relevante. A pandemia levantou questões fundamentais sobre a saúde pública, a economia, o trabalho, a educação e muitos outros campos. Como resultado, a maneira como as pessoas olham para o mundo mudou completamente. Estamos vendo a ciência e a tecnologia se desenvolver a uma velocidade sem precedentes para tentar lidar com a pandemia, e muitas das soluções estão sendo descobertas por meio de novas

formas de pensamento (OSTERMANN, 1996). Portanto, a teoria de Kuhn sobre como as mudanças significativas na ciência ocorrem quando as pessoas percebem o mundo de forma diferente se aplica muito bem à pandemia de covid-19.

Além disso, as implicações da teoria de Kuhn para a ciência pós-moderna da pandemia de covid-19 incluem a noção de que os cientistas precisam trabalhar juntos para chegar a um consenso sobre a melhor forma de lidar com a doença (VARGAS; ALVES; MREJEN, 2021). Como a pandemia continua a mudar, é cada vez mais importante que os cientistas compartilhem suas descobertas, troquem ideias e trabalhem em conjunto para achar soluções eficazes para o problema da covid-19.

Isso tem implicações diretas para a maneira como a pandemia de covid-19 e suas variantes são abordadas. A pandemia implica grandes mudanças e desafios para o sistema de saúde e a comunidade científica. Com as mudanças culturais e históricas causadas pela pandemia, as narrativas e discursos da comunidade científica sobre a covid-19 e suas variantes tornaram-se mais complexas. Isso significa que a epistemologia de Kuhn tornou-se ainda mais relevante para compreender essa realidade (GALVÃO, 2021).

A teoria de Kuhn permitirá que os cientistas entendam melhor como a pandemia de covid-19 e suas variantes estão sendo abordadas por diferentes comunidades e culturas. Ela também pode ajudar a destacar os possíveis pontos cegos e limitações dos discursos científicos (ROACH, 2020). Além disso, a epistemologia de Kuhn pode ser usada para compreender melhor o papel da comunidade científica na produção de conhecimento sobre a covid-19 e suas variantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito da ciência para a sociedade é contribuir para o progresso e o desenvolvimento da humanidade, oferecendo novas informações, tecnologias e soluções para os problemas que enfrentamos. A ciência pode ajudar a melhorar a vida das pessoas, desenvolver novos medicamentos, proporcionar energia limpa, criar novos alimentos, entre outros benefícios. Além disso, a ciência também pode ajudar a compreender melhor o mundo ao nosso redor e as relações entre as pessoas e o meio ambiente. Nessa perspectiva, a produção de conhecimento científico é validado por meio de métodos rigorosos de pesquisa, como experimentos controlados e replicação de resultados.

Ciência é o estudo sistemático da natureza e da sociedade, por meio da coleta de dados, observação, experimentação, modelagem matemática e análise. O avanço científico é o resultado de uma série de esforços para entender melhor o mundo ao nosso redor e contribuir para o desenvolvimento da humanidade. Para avançar cientificamente, é necessário que os cientistas estejam abertos a ideias novas, sejam proativos e tenham um senso de curiosidade. Isso significa que é necessário estudar e pesquisar sobre assuntos diferentes, seguir pistas e examinar os dados para formular teorias e explicações. É importante também que os cientistas se mantenham atualizados sobre as últimas descobertas e avanços tecnológicos. Além disso, é necessário que os cientistas sejam criativos e tenham a capacidade de pensar fora da caixa para encontrar soluções criativas para problemas. Todos esses esforços combinados permitem que os cientistas avancem cientificamente e contribuam para o progresso da humanidade.

Em *A Estrutura*, Kuhn desenvolve seu conceito de ciência historicamente orientada a partir da história da ciência. Kuhn divide a ciência em períodos de ciência normal e períodos de ciência extraordinária que servem de referência para as revoluções científicas e definem sua concepção de ciência, sendo que, os paradigmas são norteadores desse processo. Ele argumenta que, durante os períodos de ciência normal, os cientistas trabalham dentro de um paradigma existente, resolvendo problemas de forma relativamente previsível. Durante esses períodos, as teorias, experimentos e resultados são validados dentro do paradigma e são aceitos como verdadeiros.

Thomas Kuhn contribuiu para a compreensão da natureza das ciências e de como a ciência se desenvolve ao longo do tempo. Ele destacou a importância das mudanças estruturais e conceituais que ocorrem durante uma revolução científica, bem como as forças que a impulsionam. Ele também destacou a importância dos paradigmas, que são os conjuntos de pressupostos, conceitos, valores e práticas compartilhados por um grupo de cientistas, para a formação de novos conhecimentos. A abordagem de Kuhn para a compreensão da ciência foi profundamente influente, embora também tenha gerado críticas

por sua suposta relativização do progresso científico. No entanto, seu legado continua sendo importante para a compreensão do desenvolvimento da ciência moderna.

As críticas primeiro aparecem no livro escrito por Lakatos e Musgrave, e Kuhn é imediatamente acusado de irracionalismo e relativismo por Lakatos e Popper, além de ver seus critérios de demarcação aplicados a teoria de Feyerabend e as vinte e uma definições de Masterman sobre o livro escrito por Lakatos e Musgrave, Kuhn é imediatamente acusado de irracionalismo e relativismo por Lakatos e Popper, do que significa o termo “paradigma” na “Estrutura”.

Faz sentido dizer que a concepção de ciência de Thomas Kuhn é uma espécie de “construcionismo social”? A resposta é indubitavelmente desfavorável, mesmo que Kuhn tenha apresentado a importância dos fatores históricos e sociais para a ciência. A maneira como Kuhn apresenta sua teoria do desenvolvimento científico difere da maneira como os “cientistas sociais construcionistas” argumentam que a ciência é uma “construção social”. Kuhn argumenta que a ciência é guiada por “paradigmas” que são desenvolvidos por uma comunidade de cientistas. Esses paradigmas podem ser influenciados por fatores históricos e sociais, mas eles são primariamente entendidos como resultado de uma descoberta científica. Por outro lado, os “cientistas sociais construcionistas” acreditam que todas as descobertas científicas são construídas e moldadas pelas influências sociais, históricas e culturais. Portanto, não é propriamente correto dizer que a concepção de ciência de Thomas Kuhn é uma espécie de “construcionismo social”.

Nessa perspectiva, têm-se que, muitas das críticas não justificam o trabalho de Kuhn, e suas respostas demonstram que sua teoria não é irracional porque Kuhn não afirma a ausência de critérios racionais para escolher entre teorias concorrentes. Também emerge de seu argumento de que a ciência não busca uma maior aproximação com a verdade absoluta, pois seu objetivo final é a melhor articulação para a resolução de quebra cabeças.

Dessa forma, este estudo buscou compreender como poderíamos atribuir a Kuhn a importância de aspectos histórico-sociais sobre o conhecimento científico. Thomas Kuhn foi um dos principais filósofos da ciência a defender que o conhecimento científico é moldado por contextos históricos e sociais. Ele acreditava que as ideias científicas surgem e evoluem a partir dos debates entre os cientistas, das tradições culturais e esperanças existentes na sociedade. Além disso, Kuhn argumentou que as mudanças científicas dependem, também, de interesses políticos, econômicos e sociais. Nessa perspectiva, ilustrou-se os vários momentos do quadro da ciência kuhniana e suas ideias mais fundamentais, que, no momento da publicação, contradiziam os princípios fundamentais da filosofia da ciência atual.

Kuhn argumentou que a ciência não é uma atividade neutra ou livre de valores, mas sim culturalmente construída. A visão de Kuhn sobre a ciência foi muito influente

e influenciou muitos outros filósofos da ciência. Ele destacou o papel fundamental dos contextos históricos e sociais na construção do conhecimento científico e na mudança da ciência. Por essa razão, a importância de Kuhn para entender o conhecimento científico é inegável.

Referências

- ABRANTES, P. Método e ciência. *Belo Horizonte, Fino Traço*, 2014.
- ANDERY, M.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T.; RUBANO, D.; MOROZ, M.; PEREIRA, M.; GIOIA, S.; GIANFALDONI, M.; SAVIOLI, M.; ZANOTTO, M. Olhar para a história: caminho para a compreensão da ciência hoje. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*, EDUC, p. 9–15, 2003.
- ARANHA, M. d. A.; MARTINS, M. H. P. *Filosofando: introdução à filosofia*. [S.l.]: Moderna São Paulo, 1993.
- BARRA, E. S. d. O. *A função do dogma na investigação científica, de Thomas Kuhn*. 2012.
- BARTELMEBS, R. C. *Resenhando as estruturas das revoluções científicas de Thomas Kuhn*. [S.l.]: SciELO Brasil, 2012.
- BORGES, R. M. M.; HERNÁNDEZ, N. C. La pandemia de la covid-19. una mirada desde la epidemiología crítica. *Medisur*, v. 19, n. 1, p. 182–187, 2021.
- BORGES, V. P. *O que é história*. [S.l.]: Brasiliense, 2017.
- BUNGE, M. Epistemologia: Curso de atualização. trad. de cláudio navarra. *São Paulo: TA Queiroz Editor/EDUSP*, 1980.
- BUNGE, M. A. Racionalidad y realismo. 1985.
- CHALMERS, A. O que é essa coisa chamada ciência, afinal. *São Paulo: Ed. Brasiliense*, 1999.
- CHAUI, M. Dos pré-socráticos a aristóteles. *São Paulo: Companhia das Letras*, 2002.
- COMMONS, W. *File:Karl Popper2.jpg* — *Wikimedia Commons, the free media repository*. 2022. [Online; accessed 11-April-2023]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Karl_Popper2.jpg&oldid=655446893>.
- CORMANICH, E. L.; CASTAÑON, G. A. El concepto de psicología fenomenológica en la obra husserliana y su implicaciones para la psicología. *Revista do NUFEN*, v. 10, n. 3, p. 143–165, 2018.
- COSTA, A. C. R. Os paradigmas de thomas kuhn. *Primeiros Escritos*, v. 10, p. 10–33, 2020.
- COSTA, E. V. da. O que é a história: considerações a propósito de uma obra de eh carr. *Revista de História*, v. 27, n. 56, p. 433–445, 1963.
- COSTA, J. M. da; KIPNIS, B. O debate epistemológico na formação do pesquisador da educação: reflexões a partir de alguns epistemólogos modernos. *Educação em Perspectiva*, v. 5, n. 1, 2014.
- CUPANI, A. Por que ainda thomas kuhn. *Thomas Kuhn: a estrutura das revoluções científicas [50 anos]*, p. 13–19, 2013.

- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Considerações sobre a alcunha atribuída a paul feyerabend de “pior inimigo da ciência” e suas implicações para o ensino de ciências. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 10, n. 1, p. 329–351, 2017.
- FEYERABEND, P. *Contra o método* (1975). São Paulo: Unesp, 2007.
- FEYERABEND, P. *A ciência em uma sociedade livre*. São Paulo: Editora unesp, 2011.
- FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. [S.l.]: Francisco Alves Rio de Janeiro, 1989. v. 3.
- FRAASSEN, B. C. V. et al. *The scientific image*. [S.l.]: Oxford University Press, 1980.
- FRIEDMAN, M. et al. Kant, Kuhn e a racionalidade da ciência. *Philosophos-Revista de Filosofia*, v. 14, n. 1, p. 175–209, 2009.
- GALVÃO, T. F. *Resposta da ciência para a pandemia de covid-19: compromisso com a vida*. [S.l.]: SciELO Public Health, 2021. e2020377 p.
- GRECA, I. M.; JR, O. F. A "crítica forte" da ciência e implicações para a educação em ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 10, p. 343–361, 2004.
- HACKING, I. Representar e intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. In: *Representar e intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 400p–400p.
- HOLANDA, V. N. Pandemia de covid-19 e os esforços da ciência para combater o novo coronavírus. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 360–361, 2020.
- KADVANY, J. *Imre Lakatos and the guises of reason*. [S.l.]: Duke University Press, 2001.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 3.ª edição. São Paulo, 1998.
- KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. [S.l.]: University of Chicago press, 2012.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. [S.l.]: Guerra e Paz Editores, 2021.
- LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, p. 109–243, 1979.
- MARCUM, J. A.; REVOLUTION, T. K. *An historical philosophy of science*. London: Continuum, 2005.
- MARE, R. A. D. *A concepção da teoria evolutiva desde os gregos*. [S.l.]: EDIPUCRS, 2002.
- MASTERMAN, M. A natureza de um paradigma. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, p. 72–108, 1979.
- MERTON, R. K. Science and the social order. *Philosophy of science*, Cambridge University Press, v. 5, n. 3, p. 321–337, 1938.
- MOREIRA, M. A. O mestrado (profissional) em ensino. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 1, n. 1, 2004.

- MULKAY, M. J. Three models of scientific development. *The sociological review*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 23, n. 3, p. 509–526, 1975.
- OSTERMANN, F. A epistemologia de kuhn. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 13, n. 3, p. 184–196, 1996.
- PANTOJA, N. V.; REGIANI, A. M. Reflexões sobre a epistemologia de paul feyerabend e uma ecologia de saberes. *Scientia Naturalis*, v. 2, n. 1, 2020.
- PELUSO, L. A. *A filosofia de Karl Popper: epistemologia e racionalismo crítico*. [S.l.]: Papirus ed., 1995.
- PONCZEK, R. L. et al. Da bíblia a newton: uma visão humanística da mecânica. *Origens e evolução das ideias a física*. Salvador: EDUFBA, p. 21–135, 2002.
- POPPER, K. Tradução de leonidas hegenberg. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 2007.
- RAMALHO, R. d. O. “a estrutura das revoluções científicas” de thomas kuhn. *Evidência* (v. 14, n. 15), 2018.
- ROACH, E. F. F. Epistemología y pandemia covid-19. *Filosofia e Educação*, v. 12, n. 3, 2020.
- SANTOS, B. d. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. *Estudos avançados*, SciELO Brasil, v. 2, p. 46–71, 1988.
- SHAPER, D.; SHAPER, D. Meaning and scientific change. *Reason and the Search for Knowledge: Investigations in the Philosophy of Science*, Springer, p. 58–101, 1984.
- SILVEIRA, F. L. d. A filosofia da ciência de karl popper: o racionalismo crítico. *Caderno catarinense de ensino de física*. Florianópolis. Vol. 13, n. 3 (dez. 1996), p. 197-218, 1996.
- SILVER, B. L.; BLASS, A. *A escalada da ciência*. [S.l.: s.n.], 2008.
- VARELLA, R. A pandemia de covid-19 e os limites da ciência. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, SciELO Brasil, v. 32, 2022.
- VARGAS, M. A.; ALVES, N. G.; MREJEN, M. Ciência, tecnologia e inovação em tempos de pandemia: implicações da covid-19. *Cadernos do desenvolvimento*, Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento Rio . . . , v. 16, n. 28, p. 145–172, 2021.
- VEIGA-NETO, A. J. d. Ciência e pós-modernidade. *Episteme (Porto Alegre): filosofia e história das ciências em revista*. Porto Alegre. Vol. 3, n. 5 (1998), p. 143-156, 1998.