

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

LAZANDIR JOÃO DA SILVA

**OS PROGRAMAS DE PESQUISA EM LAKATOS E A ANÁLISE DE
ELEMENTOS DA BIOLOGIA**

TOLEDO, PR

2025

LAZANDIR JOÃO DA SILVA

**OS PROGRAMAS DE PESQUISA EM LAKATOS E A ANÁLISE DE
ELEMENTOS DA BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa do Pós-Graduação em Filosofia do Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para a obtenção do título de mestre em Filosofia.

Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea
Linha de Pesquisa: Metafísica e Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Antonio Bassani

TOLEDO

2025

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste

João Da Silva, Lazandir

Os Programas de Pesquisa em Lakatos e a análise de elementos da Biologia / Lazandir João Da Silva; orientador Douglas Antonio Bassani. -- Toledo, 2025.

102 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, 2025.

1. Imre Lakatos. 2. Programas de Pesquisa. 3. Progreço Científico. 4. Biologia. I. Antonio Bassani, Douglas, orient. II. Título.

LAZANDIR JOÃO DA SILVA

**OS PROGRAMAS DE PESQUISA EM LAKATOS E A ANÁLISE DE ELEMENTOS
DA BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Filosofia, área de concentração Filosofia Moderna e Contemporânea, linha de pesquisa Ética e Filosofia Política, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Douglas Antonio Bassani

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Toledo (UNIOESTE)

Marcos Antonio Alves

Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília (UNESP)

João Fernando Christofolletti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Toledo, 26 de fevereiro de 2025

DECLARAÇÃO DE AUTORIA TEXTUAL E DE INEXISTÊNCIA DE PLÁGIO

Eu, LAZANDIR JOÃO DA SILVA, pós-graduando do PPGFil da Unioeste, *Campus* de Toledo, declaro que este texto final de dissertação é de minha autoria e não contém plágio, estando claramente indicadas e referenciadas todas as citações diretas e indiretas nele contidas. Estou ciente de que o envio de texto elaborado por outrem e também o uso de paráfrase e a reprodução conceitual sem as devidas referências constituem prática ilegal de apropriação intelectual e, como tal, estão sujeitos às penalidades previstas na Universidade e às demais sanções da legislação em vigor.

Toledo, PR, 26 de fevereiro de 2025

Assinatura

*À memória de meu pai Lazaro,
minha esposa Gabriely
e minha filha Eloise.*

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta jornada no mestrado, tive a vantagem de contar com o apoio, a orientação e a inspiração de muitas pessoas, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Prof. Douglas Antonio Bassani, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), por sua disponibilidade, dedicação e habilidades ao longo de todo o processo. Seu conhecimento e direcionamento foram fundamentais para a construção deste trabalho, assim como seu incentivo constante para superar os desafios desta trajetória acadêmica.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Marcos Antonio Alves, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), e Prof. Dr. João Fernando Christofolletti, da UNIOESTE, pela ajuda no aprimoramento da pesquisa. Suas observações foram de extrema importância para o refinamento e amadurecimento das ideias aqui apresentadas.

Sou grato à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Toledo, pela oportunidade de realizar este mestrado, pelo ambiente acadêmico estimulante e pela infraestrutura que possibilitou o desenvolvimento deste estudo.

Aos meus familiares, meu mais sincero agradecimento por todo o apoio e compreensão durante esta jornada. Em especial, à minha esposa, Gabriely Kolm Weber, pelo suporte incondicional e pelo incentivo em cada etapa desse processo.

À minha filha, Eloise Weber Da Silva, que nasceu durante esta jornada e trouxe ainda mais sentido à minha vida, sendo uma fonte constante de motivação e alegria.

Por fim, dedico este trabalho à memória do meu pai, Lazaro Batista Da Silva (*in memoriam*), que despertou em mim o amor pela Filosofia. Seu exemplo, seus ensinamentos e sua paixão pelo conhecimento continuam sendo minha maior inspiração. A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada, muito obrigado!

*A historiografia da ciência deveria aprender
com a filosofia da ciência, e vice-versa.*

Imre Lakatos

RESUMO

SILVA, Lazandir João da. *Os programas de pesquisa em Lakatos e a análise de elementos da biologia*. 2025. 102p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2025.

Esta dissertação pauta-se em uma análise dos programas de pesquisa de Imre Lakatos, com enfoque em alguns de seus conceitos principais, como núcleo firme, cinturão protetor, conteúdo teórico excedente, conteúdo empírico excedente, conteúdo empírico corroborado, progressividade empírica, progressividade teórica, programa progressivo e programa degenerativo, além de explorar conceitos como história interna e externa. O estudo se dedica a entender como os programas de pesquisa, conforme definidos por Lakatos, buscam ajudar a explicar o desenvolvimento e a evolução do conhecimento científico. O núcleo firme é examinado como a espinha dorsal teórica de um programa, resistente a falsificações e desafios externos, enquanto o cinturão protetor serve para ajustar e proteger o núcleo firme sem comprometer seus fundamentos essenciais. Abordamos o conceito de conteúdo empírico excedente, que destaca fenômenos previstos pela teoria, e a maneira como esse conteúdo pode corroborar ou refutar um programa de pesquisa. A progressividade empírica e teórica é analisada para compreender como os programas buscam constantemente avançar em suas explicações e previsões. Além disso, abordamos a distinção entre programas progressivos e degenerativos, destacando como alguns programas prosperam, incorporando novos conhecimentos, enquanto outros ficam estagnados ou até mesmo declinam. Propomos, ainda, uma análise das contribuições teóricas de Karl Popper e Thomas Kuhn para a filosofia da ciência. O objetivo é entender como as estruturas teóricas evoluíram ao longo do tempo, examinando a proeminência do programa darwinista em seus estágios iniciais e sua competição com rivais, assim como a emergência e consolidação da Teoria Sintética da Evolução. Em seguida, a pesquisa explora os desdobramentos mais recentes com o advento do programa de pesquisa da Teoria da Síntese Estendida da Evolução, avaliando como esse novo programa desafia e compete com as premissas estabelecidas pela Teoria Sintética. Ao adotar uma abordagem lakatosiana, a dissertação visa não apenas compreender a história e evolução desses programas, mas também fornece uma análise das dinâmicas atuais, considerando o pluralismo de processos e a complexidade que caracteriza a pesquisa na biologia evolutiva.

Palavras-chave: Imre Lakatos; Programas de pesquisa; Progresso científico; Biologia.

ABSTRACT

SILVA, Lazandir João da. *The research programs in Lakatos and the analysis of elements of biology*. 2025. 102p. Master's Dissertation (Master's Degree in Philosophy) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2025.

In this dissertation we present an analysis of Imre Lakatos' research programs, focusing on some of his main concepts, such as firm core, protective belt, surplus theoretical content, surplus empirical content, corroborated empirical content, empirical progressivity, theoretical progressivity, progressive program and degenerative, in addition to exploring concepts such as internal and external history. The study is dedicated to understanding how research programs, as defined by Lakatos, seek to help explain the development and evolution of scientific knowledge. The firm core is examined as the theoretical backbone of a program, resistant to tampering and external challenges, while the protective belt serves to adjust and protect the firm core without compromising the essential foundations. We will address the concept of surplus empirical content, which highlights observations or phenomena predicted by theory, and the way in which this content can corroborate or refute a research program. Empirical and theoretical progressivity is analyzed to understand how programs constantly seek to advance their explanations and predictions. Furthermore, we address the distinction between progressive and degenerative programs, highlighting how some programs thrive by incorporating new knowledge, while others stagnate or even decline. We also propose an analysis of the theoretical contributions of Karl Popper and Thomas Kuhn to the philosophy of science. The objective is to understand how theoretical structures have evolved over time, examining the prominence of the Darwinian program in its early stages and its competition with rivals, as well as the emergence and consolidation of the Synthetic Theory of Evolution. Next, the research explores the most recent developments with the advent of the Extended Synthesis Theory of Evolution research program, evaluating how this new program challenges and competes with the assumptions established by the Synthetic Theory. By adopting a Lakatosian approach, the dissertation aims not only to understand the history and evolution of these programs, but also to provide an analysis of current dynamics, considering the pluralism of processes and the complexity that characterizes research in evolutionary biology.

Keywords: Imre Lakatos; Research program; Scientific progress; Biology.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1: PERSPECTIVAS FILOSÓFICAS CONTRASTANTES - LAKATOS POPPER E KUHN	14
1.1 IMRE LAKATOS E O CONTEXTO HISTÓRICO	14
1.2 ABORDAGENS FILOSÓFICAS: LAKATOS E POPPER NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA	18
1.3 PERSPECTIVAS FILOSÓFICAS: LAKATOS, KUHN E A INTERPRETAÇÃO DA CIÊNCIA	30
CAPÍTULO 2: EXPLORANDO A ESTRUTURA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA	35
2.1 OS PROGRAMAS DE PESQUISA DE IMRE LAKATOS	35
2.1.1 NÚCLEO FIRME	38
2.1.2 HEURÍSTICA POSITIVA	42
2.1.3 CINTURÃO PROTETOR.....	48
2.1.4 ANOMALIAS	50
2.1.5 HEURÍSTICA NEGATIVA.....	55
2.1.6 PROGRAMA DE PESQUISA PROGRESSIVO E DEGENERATIVO	60
2.1.6.1 Conteúdo Empírico Excedente	62
2.1.6.2 Progressividade teórica e progressividade empírica	65
2.1.7 RACIONALIDADE, HISTÓRIA INTERNA E EXTERNA	72
CAPÍTULO 3: ANÁLISE LAKATOSIANA DA TEORIA SINTÉTICA E DA SÍNTESE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO	77
3.1 O PROGRAMA DE DARWIN À LUZ DA FILOSOFIA DE LAKATOS	77
3.2 O PROGRAMA DE PESQUISA DA TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO NA PERSPECTIVA DE LAKATOS	83
3.3 ABORDANDO A SÍNTESE ESTENDIDA: UMA ANÁLISE À LUZ DOS PROGRAMAS DE PESQUISA	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	98

INTRODUÇÃO

Afirma-se que uma das funções da filosofia da ciência consiste em oferecer ferramentas para explicar o desenvolvimento das teorias científicas. Entre os principais pensadores desse campo, Imre Lakatos destaca-se por sua concepção dos programas de pesquisa, que procura articular uma visão diferente do progresso científico. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é explorar como as teorias biológicas podem ser compreendidas por meio do conceito de programas de pesquisa e entender de que forma as ideias de Lakatos se relacionam e também divergem das de outros grandes filósofos da ciência, como Karl Popper e Thomas Kuhn.

Esta dissertação pretende investigar a biologia evolutiva a partir dos programas de pesquisa de Lakatos, verificando se esses programas podem ser classificados como progressivos ou degenerativos. Para isso, será necessário um diálogo com as abordagens de Karl Popper, que enfatiza o falseacionismo como critério de demarcação entre ciência e pseudociência, e de Thomas Kuhn, com sua análise dos paradigmas e das revoluções científicas.

Ao longo dos capítulos desta dissertação, busca-se não apenas delinear o arcabouço teórico de Lakatos, mas também contrastá-lo com as contribuições de Popper e Kuhn. O objetivo é traçar um panorama crítico e comparativo, examinando como a metodologia lakatosiana pode contribuir para a compreensão do desenvolvimento das teorias biológicas, além de questionar se a biologia evolutiva pode ser caracterizada como um programa progressivo ou degenerativo, de acordo com o modelo proposto por Lakatos.

No primeiro capítulo, há uma introdução ao universo da filosofia da ciência. As principais correntes do pensamento de Lakatos, Popper e Kuhn são exploradas, destacando as convergências e divergências que moldaram as discussões sobre a evolução científica. Esse capítulo estabelece as bases para compreender as propostas desses filósofos e como suas ideias contribuem para o entendimento do desenvolvimento do pensamento científico.

No segundo capítulo, são aprofundados os conceitos fundamentais dos programas de pesquisa de Lakatos. O objetivo aqui é entender não apenas a estrutura desses programas, mas também a dinâmica flexível que caracteriza sua evolução ao

longo do tempo. A noção essencial de um “núcleo firme” surge como âncora fundamental, conferindo solidez às estruturas teóricas, mesmo diante de desafios e mudanças, demonstrando como as teorias podem se manter consistentes sem se tornarem estagnadas.

No terceiro capítulo, a biologia evolutiva é examinada, considerando a maneira como a teoria darwiniana moldou e desafiou concepções ao longo do tempo. O programa de pesquisa da Teoria Sintética da Evolução é investigado, destacando seu papel como um estágio significativo na evolução do pensamento biológico. A centralidade da seleção natural e do gradualismo é analisada, assim como a estrutura da Teoria Sintética, que apresenta um núcleo firme capaz de manter sua coesão interna diante de desafios. Além disso, a Síntese Estendida da Evolução é abordada, trazendo nuances dessa abordagem e destacando elementos como a evolução do desenvolvimento (Evo-Devo), a plasticidade fenotípica e a construção de nicho. Esses novos horizontes desafiam as fronteiras estabelecidas pela Teoria Sintética, promovendo um pluralismo de processos na explicação das dinâmicas evolutivas.

Ao longo da análise, a riqueza e a complexidade que caracterizam a evolução do pensamento biológico tornam-se evidentes, com enfoque nos programas de pesquisa de Darwin, na Teoria Sintética da Evolução e na emergência do programa de pesquisa da Síntese Estendida da Evolução. Sob a luz da filosofia de Lakatos, evidencia-se a dinâmica competitiva entre esses programas rivais.

A reunião desses capítulos busca proporcionar uma compreensão aprofundada da evolução dos programas de pesquisa na biologia, revelando as nuances e dinâmicas que permeiam esse campo complexo da ciência.

CAPÍTULO 1: PERSPECTIVAS FILOSÓFICAS CONTRASTANTES - LAKATOS POPPER E KUHN

1.1 IMRE LAKATOS E O CONTEXTO HISTÓRICO

Imre Lakatos foi um filósofo da ciência e matemático húngaro-britânico que desenvolveu sua obra principalmente no período do pós-guerra e da Guerra Fria, entre as décadas de 1950 e 1970. Nascido em 1922, em Debrecen, Hungria, Lakatos teve uma formação acadêmica influente, estudando matemática e física na Universidade de Debrecen e, posteriormente, na Universidade de Budapeste. Durante esse período, a Hungria passava por grandes transformações políticas e sociais. Em 1949, o país tornou-se um Estado socialista sob o regime comunista, o que impactou significativamente as concepções sociais de Lakatos.

Em 1957, Lakatos chegou ao Reino Unido e estabeleceu-se na *London School of Economics (LSE)*, onde iniciou sua carreira acadêmica. Naquele momento, a Guerra Fria estava em pleno andamento, com a disputa ideológica e política entre os Estados Unidos e a União Soviética. A LSE atraía estudiosos de diversas áreas e perspectivas, proporcionando a Lakatos uma rica troca de ideias e debates em suas pesquisas. Embora não tenha deixado uma obra extensa e formalizada em livros durante sua vida, suas ideias e contribuições para a filosofia da ciência estão devidamente registradas. Esses escritos oferecem uma visão aprofundada de sua abordagem filosófica, especialmente no que se refere à metodologia dos programas de pesquisa.

Entre seus principais trabalhos, destaca-se *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações*, obra póstuma editada em 1976 por John Worrall e Elie Zahar, responsáveis pela organização e publicação do livro. Publicada no Brasil em 1978 (Lakatos, 1978), a obra apresenta sua tese de doutorado, defendida em 1961. O texto original foi inicialmente divulgado em quatro partes distintas no *British Journal of the Philosophy of Science*, entre 1963 e 1964. Posteriormente, Worrall e Zahar reorganizaram a tese e a publicaram como livro em 1976, incorporando acréscimos e correções. Conforme apontado por Virgínia Cardia Cardoso (2018), a edição de 1976 inclui dois capítulos e dois anexos. No Brasil, a tradução e publicação ocorreram em 1978.

A análise detalhada das modificações realizadas pelos editores na obra original de Lakatos não está disponível, pois apenas a versão final publicada em 1978 está acessível. O ponto de partida do livro é a ideia de que o desenvolvimento matemático não ocorre de maneira linear e contínua, mas sim por meio de uma sucessão de conjecturas e refutações. Ainda de acordo com Cardoso, Lakatos argumenta que as teorias matemáticas não são confirmadas ou falsificadas de forma definitiva, mas passam por um processo contínuo de teste, ajuste e desenvolvimento. O conceito central apresentado pelo autor é o de "núcleo firme" e "cinturão protetor", fundamentais para sua metodologia dos programas de pesquisa.

A abordagem de Lakatos em *Provas e Refutações* influenciou não apenas a filosofia da matemática, mas também a filosofia da ciência de maneira mais ampla, especialmente no que diz respeito à compreensão do processo de desenvolvimento das teorias científicas. O livro oferece uma perspectiva única sobre a lógica da descoberta matemática e continua sendo uma leitura valiosa para aqueles interessados na filosofia da ciência e na epistemologia matemática, como apontado no artigo "Revisitando o quase empirismo de Imre Lakatos e refletindo sobre a educação matemática", publicado pela *Revista Eventos Pedagógicos*, em 2018, por Virgínia Cardia Cardoso.

Ao longo de sua trajetória acadêmica, Imre Lakatos produziu uma série de ensaios e palestras abordando temas na área da filosofia da ciência e da matemática. Em colaboração com Alan Musgrave, organizou e publicou as atas do Seminário Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em 1965, dividindo o material em quatro volumes: *Problems in the Philosophy of Mathematics* (v.1, 1967); *Problems of Inductive Logic* (v.2, 1968); *Problems in the Philosophy of Science* (v.3, 1968); e *Criticism and the Growth of Knowledge* (v.4, 1969). Este último, publicado no Brasil como *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* (Lakatos; Musgrave, 1979), inclui o artigo de Lakatos *O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica*, que se tornou referência entre os estudiosos da filosofia da ciência e da matemática. Nesta obra, os autores exploram temas relacionados à metodologia científica e ao desenvolvimento do conhecimento. A coletânea apresenta uma série de artigos que refletem as ideias de Lakatos sobre a metodologia dos programas de pesquisa, com ênfase na crítica construtiva, destacando a importância da avaliação racional e da modificação das teorias científicas em resposta a desafios empíricos. O trabalho de Lakatos nesse livro é uma extensão de suas contribuições para a filosofia

da ciência, conforme discutido em sua obra *Provas e Refutações: A Lógica da Descoberta Matemática*. Os textos compilados proporcionam uma visão mais ampla das ideias de Lakatos sobre a evolução das teorias científicas, enfatizando a dinâmica dos programas de pesquisa e a importância da crítica na construção do conhecimento científico.

Outra contribuição importante de Lakatos foi organizada por Worrall e Currie e publicada em dois volumes pela Cambridge University Press, em Londres, em 1978: *Falsificação e Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica* (Lakatos, 1978), que discute temas relacionados à ciência empírica e matemática; e *Ciência e Epistemologia* (Lakatos, 1987), composto por artigos sobre a filosofia da matemática, complementando as ideias apresentadas em *Provas e Refutações*.

Lakatos compreende que, embora seja evidente que hoje possuímos um conhecimento mais amplo do que no passado e que continuaremos a adquiri-lo no futuro, é necessário um método analítico que esclareça a natureza desse crescimento. Segundo Borges Neto, “Para Lakatos, o conhecimento cresce e isso todos podemos ver, seja qual for a noção de verdade e de realidade que assumimos; o importante não é que haja conhecimento, mas que haja crescimento” (Borges Neto, 2022, p. 8). Ele destaca a importância de uma metodologia que possa discernir em quais casos ocorre efetivamente o progresso do conhecimento e em quais situações esse progresso é limitado ou inexistente.

Ainda segundo Borges Neto, “A alternativa de Lakatos, portanto, parece ser a noção de terceiro mundo de Popper” (Borges Neto, 2022, p. 10). Essa análise detalhada visa estabelecer um critério de demarcação entre atividade científica racional e formas de irracionalismo. Para Lakatos, a racionalidade está intrinsecamente ligada ao crescimento do conhecimento, e ele enfatiza que esse julgamento deve ser feito sem depender da noção de verdade absoluta. Sua abordagem baseia-se em considerações internas sobre a história da ciência, argumentando que é o método científico que impulsiona efetivamente o crescimento do conhecimento.

Imre Lakatos lança luz sobre as transformações históricas e filosóficas que moldaram a percepção do conhecimento científico. Ele explora a evolução da relação entre conhecimento, provação e especulação, delineando as mudanças de cenário que desafiaram as bases tradicionais do entendimento científico. Esta abordagem introdutória busca sintetizar as principais ideias apresentadas por Lakatos, ao mesmo

tempo em que explora as implicações mais amplas dessas reflexões na compreensão contemporânea da ciência e do conhecimento.

Imre Lakatos aborda as transformações do conceito de conhecimento ao longo da história, especialmente dentro do âmbito da filosofia da ciência. Durante séculos, o conhecimento foi amplamente associado àquilo que poderia ser comprovado, seja por meio da capacidade intelectual ou pela validação empírica. Essa perspectiva sugeria que a sabedoria e a integridade intelectual exigiam que afirmações destituídas de evidências comprobatórias fossem evitadas, estabelecendo uma distinção clara entre especulação e conhecimento fundamentado.

Como pensador crítico, Lakatos estava ciente das objeções levantadas pelos céticos ao longo da história, que questionaram a confiabilidade tanto do intelecto quanto dos sentidos na construção do conhecimento. A física newtoniana, com seu sucesso e precisão, pareceu por um tempo neutralizar essas incertezas, fornecendo uma base aparentemente incontestável para a ciência. No entanto, com as novas teorias propostas por Einstein, o debate sobre a validade e a fundamentação do conhecimento científico voltou a ganhar força. Essa mudança alterou a percepção geral, tornando raro que filósofos e cientistas defendam a ideia de que o conhecimento científico pode ser inteiramente validado e livre de questionamentos.

Com isso, Lakatos, postulou haver uma compreensão incompleta das implicações profundas que essa mudança acarretara à estrutura clássica dos valores intelectuais. O ideal de verdade absoluta e demonstrável, outrora alicerce da busca pelo conhecimento, fora contestado. Sendo assim, diferentes correntes de pensamento, como os empiristas lógicos, buscam uma reconfiguração em direção a um ideal de "verdade probabilística". Em contraste, outras abordagens, exemplificadas pelos sociólogos do conhecimento, propõem a concepção de "verdade baseada no consenso mutável".

Dessa forma, concluiu-se que as transformações nas concepções de conhecimento científico impactaram não apenas a esfera científica, mas também a filosofia e os valores fundamentais que sustentam as convicções intelectuais do ser humano.

1.2 ABORDAGENS FILOSÓFICAS: LAKATOS E POPPER NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Lakatos é frequentemente associado a Karl Popper, que foi uma de suas principais influências, especialmente no âmbito da epistemologia das ciências empíricas. Essa ligação com as ideias de Popper destaca a importância do falseacionismo na abordagem lakatosiana. Compreender as nuances dessas influências exige uma análise mais aprofundada da vida e obra de Lakatos. Ele reconhece as contribuições significativas de Popper à filosofia da ciência, enfatizando seu profundo entendimento sobre as implicações da decadência de teorias científicas anteriormente amplamente aceitas, como a mecânica newtoniana e a teoria da gravidade de Newton. Para Lakatos, “audácia nas conjecturas de um lado e austeridade nas refutações de outro: essa é a receita de Popper” (Lakatos, 1965, p. 111).

Embora compartilhasse da preocupação em distinguir ciência de pseudociência, Lakatos desenvolveu uma abordagem distinta da de Popper. Para ele, o que caracteriza um programa de pesquisa é sua capacidade de progresso, definida pela produção de novas teorias específicas e pelo aumento de seu conteúdo empírico ao longo do tempo, conceito que ele denominou "programa progressivo". Lakatos afastou-se da ideia popperiana de que a falseabilidade, por si só, seria suficiente para determinar o caráter científico de uma teoria. Segundo ele, teorias genuinamente científicas podem persistir mesmo diante de anomalias, desde que apresentem progresso a longo prazo. Em contraste, programas de pesquisa “degenerativos” são aqueles que não produzem novos conhecimentos e tampouco conseguem resolver as anomalias que surgem.

A distinção entre ciência e pseudociência, segundo a filosofia de Imre Lakatos, não deve ser reduzida apenas à avaliação de programas de pesquisa como progressivos ou degenerativos. Em vez disso, Lakatos propõe que a ciência é caracterizada pela capacidade de seus programas de pesquisa se adaptarem e evoluírem diante de novos desafios, descobertas empíricas ou novas teorias propostas em programas diferentes. Um programa de pesquisa genuinamente científico, mesmo ao enfrentar períodos de estagnação ou dificuldade em prever novas características, demonstra potencial de progresso ao incorporar novos fatos e ajustar suas hipóteses auxiliares, sem comprometer o núcleo firme que sustenta sua

base teórica. Isso reflete a natureza dinâmica da ciência, que, longe de ser um processo linear, é marcada por avanços, revisões e reformulações contínuas. Portanto, um programa degenerativo, embora possa estar temporariamente em crise, não é imediatamente classificado como pseudociência, pois ainda pode recuperar sua progressividade por meio de ajustes e novos desenvolvimentos, como ilustrado pela trajetória da biologia evolutiva no confronto entre a Teoria Sintética e a Síntese Estendida. Dessa forma, a demarcação entre ciência e pseudociência, no modelo lakatosiano, envolve mais do que uma simples análise do estado atual de um programa; ela exige uma avaliação cuidadosa de seu potencial para progresso, preservação de sua coerência interna e enfrentamento das anomalias de forma produtiva e criativa.

Dessa forma, Lakatos fornece uma visão mais flexível e histórica da ciência, em contraste com uma visão que poderia ser considerada mais rígida e imediatista, ao reconhecer que as teorias científicas podem passar por fases de estagnação ou crises sem que sejam imediatamente descartadas como pseudociência. Para Lakatos, o julgamento sobre o status de uma teoria científica envolve uma análise mais ampla e temporal de seu desenvolvimento, levando em consideração seu poder explicativo e preditivo ao longo do tempo, em vez de uma simples refutação pontual.

A concepção de honestidade intelectual proposta por Popper difere do mero esforço de estabelecer e defender posições, seja por meio de demonstrações ou probabilidades. Em vez disso, ele insiste na importância de especificar com precisão as circunstâncias nas quais se estaria disposto a abandonar uma posição. Isso destaca a essência da busca pela verdade em sua forma mais pura e rigorosa. O mérito atribuído a Popper, segundo Lakatos, está fundamentalmente vinculado à compreensão que ele teve das implicações do colapso das teorias científicas mais bem corroboradas, como a mecânica newtoniana e a teoria da gravitação de Newton.

Lakatos destaca que, para Popper, a virtude não reside na precaução para evitar erros, mas na determinação em eliminá-los. Ele preconizava a audácia nas conjecturas, aliada à austeridade nas refutações. Lakatos enfatiza que, na visão de Popper, a honestidade intelectual não se baseava em proteger ou defender uma posição a todo custo, mas sim em especificar claramente as condições em que se estaria disposto a abandoná-la. Portanto, para Popper, a essência do avanço científico residia na capacidade de formular conjecturas ousadas e testá-las de maneira

rigorosa, reconhecendo abertamente os limites do conhecimento e a necessidade de revisão constante das teorias frente à evidência empírica.

Lakatos não nega explicitamente que sua proposta de "programas de pesquisa" tenha sido influenciada pelos escritos de Popper. Segundo Dias (2023), uma fonte significativa para Lakatos foi o manuscrito *A teoria dos quantas e o cisma na Física* (1989), que faz parte dos pós-escritos de *A Lógica da pesquisa científica*. Esse manuscrito circulou entre os colegas de Popper na London School of Economics antes de ser publicado. Segundo Dias, Lakatos, tendo conhecimento desse escrito, possuía uma cópia das provas tipográficas de 1957. Embora Lakatos não esclareça completamente sua inspiração, é sugerido que ele tenha se baseado nesses "programas metafísicos" popperianos ao desenvolver seus "programas de pesquisa". Popper, ao abordar indiretamente Lakatos, observa que alguns de seus discípulos alteraram o nome de seus "programas metafísicos" para "científicos" (Popper, 1989).

Assim, o arcabouço do "programa de pesquisa" de Lakatos parece ter sido construído sobre os alicerces dos "programas metafísicos" de Popper, além da estrutura organizada que Lakatos desenvolveu para sustentar seu falseacionismo. Para Dias (2023),

Com efeito, o cerne das divergências entre Popper e Lakatos tem como foco não apenas a questão da racionalidade científica, mas também, o problema da continuidade do avanço científico e o papel que a metafísica exerce nesse âmbito. Ao contrário de Popper, que propôs a noção de "programas metafísicos", Lakatos (1979) nomeia seus programas de científicos. Sendo estes constituídos de um núcleo irrefutável, ou seja, de uma metafísica, na linguagem popperiana. (Dias, 2023, p. 30).

No âmbito dessa discussão, Imre Lakatos acrescenta uma perspectiva valiosa ao introduzir o conceito de "programas de pesquisa". Contrapondo a ideia de Popper sobre o progresso científico, que se baseia em falsificações individuais de teorias, Lakatos propõe que a ciência avança por meio de programas de pesquisa abrangentes, que incorporam não apenas teorias centrais, mas também hipóteses auxiliares e estratégias de pesquisa. Esses programas, segundo Lakatos, têm a capacidade de evoluir ao longo do tempo, permitindo ajustes e mudanças, em contraste com a prática de descartar teorias inteiras diante de falsificações isoladas.

Essa abordagem mais dinâmica e flexível enriquece a compreensão do processo evolutivo da pesquisa científica.

Para Borges Neto (2022),

Segundo Popper, nós vivemos em três mundos distintos e inter-relacionados, todos eles reais. O primeiro mundo é o mundo dos objetos físicos (tábuas, cadeiras, campos de força, movimentos, etc.); o segundo, é o mundo dos processos mentais (intenções, emoções, desejos, crenças, etc.); e o terceiro mundo que nos interessa aqui é o mundo das entidades e relações teóricas (teorias, conceitos, argumentos, etc.). Para Popper, os objetos do terceiro mundo são criados pela atividade psicológica humana, mas uma vez criados, passam a ter uma existência objetiva independente e, portanto, irreduzível à atividade que os criou (Borges Neto, 2002, p. 10).

Popper argumenta que os objetos do terceiro mundo são criados pela atividade psicológica humana. No entanto, uma vez criados, adquirem uma existência objetiva independente, não sendo redutíveis à atividade que os originou. Essa distinção entre os três mundos oferece uma estrutura conceitual valiosa para compreender a complexidade da realidade e a interação entre as esferas física, mental e teórica em nossa experiência cotidiana.

Como propõe Popper em sua teoria do mundo 3, o conhecimento que a humanidade adquire e registra constitui um mundo de ideias que existe objetivamente. Esse acervo de conhecimento serve como alicerce para as gerações subsequentes, "o que possibilita que cada geração consiga alcançar novos feitos, novas conquistas intelectuais, sem a necessidade de refazer todo o caminho" (Arthur & Peduzzi, 2013, p. 3). Esse mundo de ideias funciona como uma espécie de arquivo intelectual compartilhado, onde as contribuições de várias épocas são preservadas e acessíveis. Essa continuidade no desenvolvimento do conhecimento, ancorada no mundo 3, é fundamental para o progresso científico e cultural, pois fornece uma base sólida à construção e expansão constante do entendimento humano.

O compromisso de Lakatos com o terceiro mundo popperiano é fundamental para a concepção de sua reconstrução racional. Sua abordagem histórica não se limita à narrativa da ciência tal como ela ocorreu historicamente, mas, em vez disso, representa a história de uma ciência que ele caracteriza como "alienada" ou "terceiromundista". Tal noção refere-se à ênfase particular que Lakatos coloca no terceiro mundo de Popper, o mundo das entidades e relações teóricas. Para Lakatos, a reconstrução racional não é uma reprodução fiel dos eventos históricos, mas sim

uma análise focada nas ideias e teorias que se desenvolvem independentemente da situação histórica específica. Como afirma Borges Neto: “É daí que surge também sua visão peculiar da distinção interno/externo” (Borges Neto, 2022, p. 10).

Essa visão peculiar de Lakatos sobre a distinção entre o interno e o externo na ciência destaca o papel crítico do terceiro mundo na formação do conhecimento científico, sugerindo que as entidades teóricas possuem uma autonomia e uma realidade próprias, independentemente de seu contexto histórico ou das circunstâncias da descoberta. Portanto, a abordagem de Lakatos não apenas desafia as concepções tradicionais de narrativa histórica, mas também enfatiza a importância da análise racional das teorias científicas em sua evolução.

Um exemplo que ilustra e facilita a compreensão do conceito lakatosiano de proteção racional, com ênfase no "terceiro mundo" popperiano, pode ser encontrado na história da teoria da gravitação universal de Isaac Newton. Se analisarmos a história da ciência a partir de uma perspectiva puramente descritiva, podemos relatar como Newton formulou sua teoria com base em observações astronômicas anteriores, como as leis de Kepler, e como ele desenvolveu o conceito de força gravitacional para explicar o movimento dos corpos celestes. Essa narrativa histórica, entretanto, enfatiza apenas os eventos empíricos e cronológicos que levaram à formulação da teoria.

Por outro lado, a construção racional de Lakatos não se concentra nos aspectos históricos contingentes, mas nas ideias e teorias que compõem o "terceiro mundo" das entidades teóricas. Neste caso, a teoria da gravitação universal seria considerada uma estrutura teórica independente das condições históricas de sua formulação. Sob essa abordagem, o foco recairia sobre o núcleo firme da teoria — as leis fundamentais de movimento e a descoberta da gravitação universal — e sobre como ela integra diferentes observações empíricas (como o movimento dos planetas e a queda dos corpos na Terra) em um modelo matemático coeso e unificador. Além disso, a explicação racional destacaria como essa teoria foi progressiva ao fazer previsões bem-sucedidas, como a explicação das marés e o desvio da órbita dos cometas, independentemente dos contextos históricos ou pessoais de Newton. A teoria também abordou as anomalias que surgiram posteriormente, como sua incapacidade de explicar as irregularidades observadas no movimento de Mercúrio, que só foram resolvidas séculos depois com a teoria da relatividade geral de Einstein. Assim, o exemplo da gravitação universal mostra como, sob o modelo de Lakatos, o foco está

no desenvolvimento teórico e na autonomia das ideias no "terceiro mundo", e não em aspectos históricos contingentes, como as biografias dos cientistas ou os contextos sociopolíticos da época. A abordagem "terceiromundista" de Lakatos, portanto, prioriza o progresso teórico e a evolução das ideias como elementos centrais da história da ciência.

A distinção entre a história interna e externa da ciência, feita por Lakatos, tem, de fato, um papel essencial em sua metodologia de programas de pesquisa, mas isso não implica necessariamente em uma artificialidade ou falta de conexão com a ciência em sua atividade prática. A história interna, centrada no desenvolvimento teórico dos programas de pesquisa, busca entender como as teorias evoluem, como se defendem diante de anomalias e como novas alterações são realizadas. Essa perspectiva é fundamental para revelar a lógica e a racionalidade subjacentes à ciência, um progresso que não é meramente o acúmulo de fatos empíricos, mas a evolução de ideias estruturadas.

Ao retratar a história da ciência dessa forma, Lakatos não está indicando uma reinterpretção arbitrária dos acontecimentos, mas sim mostrando como, mesmo que as decisões científicas tenham sido motivadas por fatores diversos, há um núcleo firme de racionalidade que permeia os programas de pesquisa. A investigação histórica é, nesse sentido, um instrumento necessário para evidenciar como a ciência avança ao longo do tempo, apesar das contingências externas.

Sobre a independência da dimensão teórica, Lakatos deixa claro que, embora o desenvolvimento das teorias possa ser influenciado por fatores externos, elas mantêm uma autonomia interna que se manifesta na forma como resistem às refutações e, com o tempo, ampliam seu poder explicativo. O Mundo 3 de Popper, embora não seja essencial para compreender as reconstruções históricas de Lakatos, pode fornecer uma camada adicional de compreensão sobre a independência das teorias. Lakatos não está apenas justificando ações científicas de forma retrospectiva, mas demonstrando que, mesmo em meio a decisões complexas e variáveis, há uma lógica subjacente que guia o desenvolvimento teórico. Portanto, a autonomia das entidades teóricas e a relevância da história interna da ciência são necessárias para a compreensão de como a ciência progride, defendendo uma racionalidade que não é meramente construída a posteriori, mas intrínseca ao processo científico em si.

Lakatos não ignora as influências externas à ciência, mas ele as diferencia cuidadosamente da racionalidade interna dos programas de pesquisa. Ele reconhece

que fatores sociais, culturais e políticos podem influenciar o desenvolvimento de teorias, mas enfatiza que a evolução de um programa científico deve ser avaliada principalmente pela sua progressividade teórica e heurística. Neste sentido, a história externa da ciência pode explicar por que determinadas teorias ganham força ou são rejeitadas em um contexto específico, enquanto a história interna é responsável por revelar a racionalidade subjacente ao progresso científico.

A relação entre Lakatos e a teoria do Mundo 3 de Popper pode, de fato, ser explorada de forma mais crítica. Embora ambos os filósofos compartilhem uma preocupação com a autonomia do conhecimento teórico e seu desenvolvimento ao longo do tempo, Lakatos coloca um foco mais claro no processo metodológico que distingue os programas progressivos dos degenerativos. O conceito de Mundo 3 de Popper, que trata das ideias e teorias como entidades independentes da mente humana, oferece uma visão interessante sobre a durabilidade e autonomia das teorias científicas, mas Lakatos parece mais preocupado com a maneira como essas teorias são mantidas e testadas dentro de um programa de pesquisa específico, sendo essa a estrutura que permite a continuidade do avanço científico.

Para Lakatos, embora algumas teorias metafísicas possam não ser falseáveis, a não falseabilidade pode ocorrer por diversos outros motivos, como imprecisão ou contradição interna de um enunciado, ou pela estrutura do enunciado ser demasiadamente vaga ou genérica, tornando-o imune ao teste empírico. Portanto, uma teoria não falseável não se caracteriza necessariamente por ter conteúdo metafísico, mas por não permitir ser testada de maneira clara e objetiva. Esse ponto é fundamental para compreender o conceito de falseabilidade tanto em Popper quanto em Lakatos. Dessa forma, Lakatos, ao incorporar aspectos metodológicos mais sofisticados que a falseabilidade de Popper, segundo a perspectiva dos seguidores e do próprio Lakatos, não ignora as falhas potenciais que podem surgir de teorias vagas ou contraditórias, mas busca fornecer uma abordagem mais robusta e dinâmica para avaliar o progresso científico. Sua metodologia dos programas de pesquisa oferece, assim, uma alternativa mais abrangente à visão de Popper, sem desconsiderar, porém, a importância do teste empírico e da lógica na ciência.

A divergência essencial entre Popper e Lakatos está enraizada em suas visões sobre a racionalidade científica, a continuidade do progresso científico e o papel da metafísica nesse processo. Para Popper, a ciência é guiada por um processo contínuo de conjecturas e refutações, onde as teorias científicas são testadas contra a

experiência e, eventualmente, descartadas quando refutadas. Nesse contexto, Popper dinamizou a ideia de "programas metafísicos", que consistem em ideias e suposições não diretamente testáveis, mas que orientam a formulação de hipóteses científicas. Para ele, esses programas metafísicos, embora importantes, não possuem o mesmo status epistemológico das teorias científicas, pois não estão submetidos ao crivo direto da refutação empírica.

Lakatos, por sua vez, adota uma abordagem mais complexa e estruturada. Ele substitui a ideia de "programas metafísicos" por "programas de pesquisa", que possuem um núcleo firme – um conjunto de suposições centrais que não são diretamente testadas – e um cinturão protetor de hipóteses auxiliares que podem ser ajustadas ou modificadas para lidar com anomalias. Diferentemente de Popper, Lakatos argumenta que a ciência não avança simplesmente por meio da exclusão de teorias refutadas, mas por uma competição entre programas de pesquisa progressivos e degenerativos. Para ele, o progresso científico não depende apenas da capacidade de uma teoria explicar as características observadas, mas também de sua habilidade de prever novos fatos e superar anomalias sem abandonar seu núcleo firme.

A diferença terminológica entre os "programas metafísicos" de Popper e os "programas científicos" de Lakatos reflete uma divergência mais profunda em suas concepções sobre o avanço científico. Enquanto Popper enfatiza o papel da refutação como motor central do progresso, Lakatos considera que o avanço ocorre dentro de programas de pesquisa que possuem certa estabilidade e coerência interna, mesmo diante de desafios empíricos. Em outras palavras, para Popper, a ciência progride por meio da substituição de teorias refutadas por novas teorias mais robustas. Para Lakatos, no entanto, a ciência avança por meio da evolução e da competição entre programas de pesquisa, que podem acomodar anomalias sem abandonar imediatamente as suposições centrais.

Essa distinção tem implicações significativas ao entendimento da continuidade do avanço científico. Para Popper, a ciência está sempre à mercê de sua vulnerabilidade à refutação, o que pode levar a rupturas abruptas e frequentes na trajetória do conhecimento. Em contrapartida, Lakatos defende uma visão mais gradual e integrativa, onde os programas de pesquisa podem incorporar novos dados e ajustar possibilidades auxiliares sem comprometer sua estrutura central, permitindo que permaneçam progressivos por longos períodos, mesmo diante de desafios. Além disso, Lakatos confirma um papel mais ativo para a metafísica no avanço científico.

Enquanto Popper vê os programas metafísicos como um panorama de fundo estático que orienta a ciência, Lakatos integra elementos metafísicos diretamente nos programas de pesquisa, conferindo-lhes uma função dinâmica no progresso científico. Essa abordagem permite que a metafísica desempenhe um papel mais explícito na formulação de hipóteses e na direção de novos caminhos de investigação. Portanto, enquanto Popper prioriza a estratégia da falseabilidade como definidora da ciência e motor do progresso, Lakatos oferece uma visão mais articulada, onde o avanço científico é guiado pela competição entre programas de pesquisa estruturados, que possuem uma capacidade de evoluir e se adaptar. Essa diferença de perspectiva sobre a continuidade e o dinamismo do avanço científico representa uma das principais distinções entre os dois pensadores, destacando a sofisticação da abordagem lakatosiana em relação à ciência como um empreendimento histórico, racional e progressivo.

A defesa de Lakatos em relação à questão da racionalidade científica visa aprimorar a concepção popperiana, incorporando aspectos que ele considera essenciais. Sua intenção é modificar as regras propostas por Popper para a rejeição de teorias, particularmente no que diz respeito ao critério de falseabilidade. Enquanto Popper defende a eliminação de teorias não falseáveis, ou seja, de teorias que envolvam elementos metafísicos, não contrastáveis empiricamente, Lakatos discorda dessa abordagem. Lakatos não apenas reconhece a influência da metafísica na ciência, mas a considera parte importante do empreendimento científico (embora Popper tenha publicado, em obras posteriores, sobre a importância de elementos metafísicos na ciência).

Lakatos, em suas reflexões filosóficas, deixa evidente a distinção entre o aspecto lógico e o aspecto metodológico do falseamento, uma ideia que já estava presente em Popper, mas que Lakatos leva às últimas consequências. Essa evolução em seu pensamento culmina na elaboração da chamada "metodologia dos programas de pesquisa", na qual Lakatos busca superar algumas limitações do falseacionismo puro, propondo uma abordagem mais flexível que considera a dinâmica e a progressão das teorias científicas ao longo do tempo. Essa metodologia destaca a importância de avaliar programas de pesquisa em sua totalidade, incluindo não apenas as teorias centrais, mas também hipóteses auxiliares e estratégias de pesquisa, proporcionando uma visão mais abrangente do avanço científico.

Essas perspectivas convergentes de Popper e Lakatos sublinham a importância de uma abordagem crítica e dinâmica na construção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo em que valorizam a perseverança na formulação de novas ideias, também destacam a importância de permanecer aberto a mudanças e de especificar as condições para a revisão das teorias. Isso ressalta o caráter evolutivo e autocorretivo da ciência, onde o compromisso inflexível com ideias preestabelecidas é considerado uma barreira ao progresso intelectual.

Outro ponto de convergência entre os programas de pesquisa de Lakatos e a teoria de Popper reside no caráter irrefutável do que Lakatos denomina como "núcleo firme". De acordo com Dias: "Um outro aspecto que os programas de investigação de Lakatos têm em comum com os de Popper diz respeito ao caráter irrefutável do 'núcleo duro'" (Dias, 2023, p. 32). Essa é uma característica central desses programas, representando o conjunto de hipóteses e teorias fundamentais que são defendidas de maneira firme e resistem a falsificações diretas. Para Brown: "A metodologia da ciência de Lakatos provém de uma perspectiva epistemológica geral popperiana" (Brown, 1993, p. 63).

Assim como Popper argumentava que uma teoria científica deveria ser passível de refutação para ser considerada científica, Lakatos mantém essa ênfase na falsificabilidade, mas introduz a ideia do "núcleo firme" como parte essencial do programa de pesquisa, imune a falsificações isoladas. Essa concepção visa oferecer uma abordagem mais flexível à dinâmica da mudança teórica e ao desenvolvimento contínuo das pesquisas científicas. Para Dias: "Lakatos parece atribuir a esse núcleo o mesmo papel que Popper atribui à metafísica em seus programas de investigação" (Dias, 2023, p. 32).

No programa de Popper, durante a discussão crítica de teorias, existem suposições teóricas consideradas como "não-problemáticas" e, portanto, irrefutáveis, que compõem o que ele denomina como "conhecimento de fundo" ou a "estrutura" na qual a argumentação se desenvolve. Contudo, ao contrário de Lakatos, que defende a manutenção do "núcleo firme", em Popper essa base pode ser objeto de críticas em circunstâncias diferentes, caso se revele problemática. Popper mantém a flexibilidade de questionar até mesmo as bases mais fundamentais do conhecimento científico, incentivando uma abordagem crítica constante, onde nenhum elemento é imune à revisão se for desafiado por evidências ou argumentos convincentes. Essa

perspectiva reflete a ênfase popperiana no falseacionismo e na adaptabilidade das teorias científicas ao longo do tempo. Para Dias:

Popper parece dar à metafísica um importante papel “heurístico”, que ele não expressou, explicitamente, ao propor sua “estrutura organizada”, pois como sabemos, em sua *Lógica da investigação*, ele nega uma “metodologia gerativista da descoberta”, entretanto admite um “conhecimento de fundo” (*background knowledge*), que os cientistas devem ter por base para avaliar os avanços das teorias produzidas (Dias, 2023, p. 29-30).

No pensamento de Popper, observa-se um papel intrínseco atribuído à metafísica, embora não seja explicitamente expresso em sua proposta da "estrutura organizada". Enquanto ele rejeita uma "metodologia gerativista da descoberta", afirmando que não há um método sistemático à geração de teorias, Popper reconhece a existência de um "conhecimento de fundo" (*background knowledge*). Esse conhecimento fornece uma base para que os cientistas avaliem os progressos das teorias emergentes. Assim, embora não se comprometa com uma metodologia específica para descoberta, Popper reconhece a importância da metafísica como parte do contexto intelectual que influencia a avaliação das teorias científicas.

O conceito de conhecimento de fundo (*background knowledge*) é introduzido por Karl Popper em sua filosofia da ciência como um elemento essencial para o processo de teste e avaliação de teorias científicas. Embora o termo seja mais claramente delineado em sua obra principal, *A Lógica da Pesquisa Científica* (*The Logic of Scientific Discovery*, 1934), ele não ocupa uma posição central no *Pós-escrito à Lógica da Pesquisa Científica*.

O conhecimento de fundo pode ser entendido como o conjunto de pressupostos, teorias auxiliares e informações previamente aceitas que fornecem o contexto necessário para a formulação e o teste de hipóteses científicas. Segundo Popper, nenhum experimento ou teste empírico é realizado em um "vácuo teórico"; toda hipótese é avaliada à luz de um conjunto pré-existente de crenças e teorias que guiam a interpretação dos dados e o planejamento experimental. Esse conhecimento inclui, por exemplo, suposições sobre o funcionamento correto de instrumentos de medição, a validade de leis físicas previamente aceitas e até mesmo concepções metafísicas que estruturam os paradigmas científicos.

Um exemplo prático do conhecimento de fundo pode ser observado em experimentos científicos modernos: quando um físico testa uma nova teoria sobre partículas subatômicas, ele pressupõe que os detectores de partículas estão funcionando de acordo com princípios já estabelecidos pela física. Além disso, interpreta os dados experimentais com base em modelos matemáticos e conceituais aceitos pela comunidade científica. Se os resultados divergem do esperado, pode-se questionar tanto a teoria testada quanto os elementos do conhecimento de fundo que serviram como base para o experimento.

Embora o conceito de conhecimento de fundo seja central para o método científico delineado por Popper, no *Pós-escrito* sua menção é mais implícita. Nesta obra, Popper foca em questões como a relação entre ciência e metafísica, as limitações da indução e o realismo crítico. No entanto, o conhecimento de fundo é uma ideia que permeia suas reflexões sobre como as teorias interagem com os dados observacionais e como a ciência progride de maneira dinâmica, por meio de conjecturas e refutações.

A relevância do conhecimento de fundo no pensamento popperiano está diretamente ligada à compreensão de como a falsificação ocorre. Quando uma teoria enfrenta discrepâncias empíricas, a rejeição imediata da hipótese testada pode não ser o curso de ação mais apropriado. É necessário avaliar se o próprio conhecimento de fundo — como as condições experimentais ou as teorias auxiliares — pode ser a causa das discrepâncias. Essa perspectiva demonstra que, para Popper, o avanço da ciência não é uma simples substituição de teorias, mas um processo interdependente que envolve a reavaliação contínua tanto das hipóteses quanto dos pressupostos subjacentes.

Há, ainda, um outro aspecto que o "núcleo firme" dos programas de Lakatos, enquanto constituído de elementos teóricos irrefutáveis, tem em comum com certas ideias de Popper: trata-se do papel que ele atribui ao núcleo firme. Lakatos parece conferir a esse núcleo uma função semelhante àquela que Popper atribui à metafísica. O núcleo firme em Lakatos se constitui como uma "heurística" que orienta as pesquisas e, de certa forma, assegura a continuidade do programa. No entanto, Lakatos argumenta que foi além disso, ao perceber na concepção de Popper apenas uma influência externa da metafísica.

Segundo Dias, para Lakatos, o que Popper, Watkins e Agassi consideram uma metafísica influente e externa, surge em sua proposta como o "núcleo firme" interno

de um programa, sendo fundamental para manter a coerência e a direção das pesquisas científicas. Essa distinção destaca a ênfase de Lakatos na importância interna do "núcleo firme" como uma estrutura vital para o desenvolvimento dos programas de pesquisa.

1.3 PERSPECTIVAS FILOSÓFICAS: LAKATOS, KUHN E A INTERPRETAÇÃO DA CIÊNCIA

Lakatos destaca as diferenças entre as abordagens de Karl Popper e Thomas Kuhn em relação à evolução da ciência. Segundo Rodrigues: "Para Popper, a ciência é a revolução permanente e a crítica é o âmago do trabalho científico" (Rodrigues, 1998, p. 161). Enquanto Popper enfatiza a ideia de "revolução permanente" na ciência e coloca a crítica como fundamental, Kuhn adota uma perspectiva diferente. Ele rejeita a noção de que a ciência tenha algum ideal de verdade a ser atingido, observando, como exemplo, particularmente o declínio da física newtoniana provocada por Einstein. Para Kuhn, a crítica é relegada a segundo plano em períodos de "ciência normal", pois considera esse momento como o de desenvolvimento da ciência e de estabelecimento de relações, e não um período de crítica à estrutura do paradigma.

De acordo com Kuhn, a ciência segue um ciclo que começa com a aceitação de um paradigma pela comunidade científica, marcando um período de "ciência normal", durante o qual o paradigma é amplamente aprofundado em suas principais ideias para a resolução de problemas. À medida que anomalias começam a se acumular, esse ciclo pode entrar em um período de crise. Durante essa fase, o paradigma existente pode ser desafiado por novas descobertas e perspectivas, levando eventualmente à sua queda. Esse processo de crise é crucial, pois estabelece o terreno para o surgimento de um novo paradigma, constituindo as revoluções científicas. A teoria de Kuhn destaca a natureza dinâmica e não linear do progresso científico, enfatizando a importância das revoluções científicas na evolução do conhecimento. Essa abordagem contrasta com visões mais lineares e cumulativas do avanço científico, introduzindo a ideia de que as mudanças fundamentais na ciência ocorrem não por meio de uma evolução constante, mas sim por meio de transformações revolucionárias que redefinem os fundamentos da disciplina.

O período de ciência normal é considerado um estágio de ciência madura, no qual há um processo de resolução de quebra-cabeças importante para o desenvolvimento científico, segundo Kuhn. Quando surgem fenômenos não explicados pelo paradigma, estes são tratados pela comunidade científica como anomalias, sem abalar necessariamente o paradigma.

Sobre a posição de Kuhn, que tende a considerar a "ciência normal" como um monopólio de programas de pesquisa, Lakatos (1965) enfatiza que:

A história da ciência tem sido, e deve ser, uma história de programas de pesquisa competitivos (ou, se quiserem, de "paradigmas"), mas não tem sido, nem deve vir a ser, uma sucessão de períodos de ciência normal: quanto antes se iniciar a competição, tanto melhor para o progresso (Lakatos, 1965, p. 191).

Lakatos considera que a história da ciência deve ser compreendida como uma narrativa de programas de pesquisa competitivos, em vez de uma sucessão de períodos de "ciência normal". A competição entre diferentes programas é vista como essencial para o progresso científico. Ele destaca a preferência pelo "pluralismo teórico" sobre o "monismo teórico", compartilhando essa visão com Popper e Feyerabend. Assim, a competição entre programas de pesquisa não deve ser temida, mas sim encorajada desde o início. Nesse contexto, o conceito de "ciência normal" proposto por Kuhn é questionado, e a ênfase é colocada na importância da competição e do pluralismo para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Lakatos, embora mantenha uma conexão inegável com o racionalismo crítico popperiano, incorpora alguns aspectos da teoria de Kuhn em sua concepção. Para Dias: "A posição de Lakatos permanece, inegavelmente, ligada ao racionalismo crítico popperiano, mas há aspectos da teoria da ciência de Kuhn" (Dias, 2023, p. 37). Sua visão sobre a transição de um programa de pesquisa para outro reflete, até certo ponto, a ideia de Kuhn de que os cientistas não abandonam um paradigma, mesmo quando confrontados com anomalias graves que o desafiam. Nessa situação, eles tendem a introduzir hipóteses "ad hoc" para evitar o falseamento. Além disso, assim como Kuhn sugere que os cientistas não abandonam um paradigma na ausência de uma alternativa viável, Lakatos reconhece a importância de ter um programa de pesquisa substituto antes de descartar completamente o programa atual. Essa incorporação de elementos de Kuhn na abordagem de Lakatos destaca a

complexidade e a dinâmica da prática científica, reconhecendo que as mudanças de paradigma e programas de pesquisa não são processos simplificados, mas envolvem considerações históricas e contextuais.

Lakatos, em contraste com Popper e alinhado com algumas ideias de Kuhn, diverge na avaliação das mudanças nos programas de pesquisa. Para Dias: “Lakatos, diferentemente de Popper, e em consonância com Kuhn, não julga que as mudanças de programas de investigação ocorram em razão de refutações” (Dias, 2023, p. 37). Ele não acredita que essas mudanças se devam exclusivamente a refutações, já que as anomalias podem ser progressivamente resolvidas ao longo do tempo. Para Lakatos, a crítica construtiva desempenha um papel central, e uma teoria não é refutada a menos que seja substituída por uma alternativa mais robusta. Ao contrário de Kuhn, que concebe as revoluções científicas como eventos súbitos e irracionais, e de Popper, que destaca as experiências cruciais refutadoras, Lakatos argumenta que a substituição de programas de pesquisa degenerativos por progressivos geralmente ocorre, mas não de maneira imediata. Programas de pesquisa podem levar muitos anos para amadurecer e se tornarem empiricamente progressivos. Dessa forma, a história da ciência, segundo Lakatos, é marcada pela competição entre programas ou "paradigmas", mas não se encaixa na concepção de Kuhn de períodos de "ciência normal". No que tange Borges Neto (2022),

É com um sentido próximo ao de Peirce que Lakatos entende o termo metodologia e, assim, não pode aceitar a doutrina atribuída a Kuhn de que o conhecimento muda por conversões irracionais de um paradigma a outro. Deve haver alguma racionalidade metodológica no processo de desenvolvimento do conhecimento científico (Borges Neto, 2022, p. 8).

Lakatos adota uma concepção de metodologia que se aproxima do entendimento de Peirce, distanciando-se, assim, da doutrina de Kuhn, que sugere que o conhecimento passa pela aceitação de paradigmas. Para Lakatos, é imperativo que haja uma racionalidade metodológica no processo de desenvolvimento do conhecimento científico. A mudança de teorias e paradigmas deve ser guiada por uma lógica e metodologia claras, recusando a ideia de transições arbitrárias ou irracionais no avanço científico. Essa perspectiva destaca a importância da fundamentação lógica e de uma estrutura metodológica no desenvolvimento do conhecimento

científico, enfatizando a necessidade de critérios racionais para avaliar e orientar essas mudanças paradigmáticas.

Segundo Dias, “(...) a questão que Lakatos pouco esclarece é como são eliminados esses programas, na medida em que não admite a refutação de teorias, proposta por Popper, nem a ‘crise’ kuhniana, que leva à substituição de um paradigma por outro” (Dias, 2023, p. 37). Lakatos, em sua abordagem, deixa um ponto nebuloso sobre como os programas de pesquisa são eliminados, conforme expresso por Dias na citação acima.

Além disso, Lakatos minimiza a importância das transferências degenerativas de problemas como razão para eliminar um programa de investigação. Em sua busca por uma razão objetiva e inspirado por Popper, o autor sugere que o programa rival deve explicar o sucesso de seu concorrente e superá-lo por meio de uma "demonstração adicional de força heurística". Em outras palavras, o programa concorrente deve apresentar um poder explicativo superior, evidenciado pela capacidade de antecipar novos fatos. Assim, adota uma regra heurística, anteriormente considerada como suprema no programa de investigação popperiano, que exige que um sistema teórico tenha um conteúdo empírico maior do que seu concorrente.

Segundo Lakatos, a concepção de Kuhn abala a racionalidade científica, por isso ele defende que a racionalidade científica, conforme postulado por Popper, seja um caminho mais interessante. Ele afirma: “Para Kuhn, a revolução científica é irracional, uma questão da psicologia das multidões” (Lakatos, 1979, p. 221). Com efeito, Lakatos propõe que a transição entre programas de pesquisa seja um processo racional de superação de um programa por outro. Além disso, esclarece que as revoluções científicas não são eventos irracionais e tumultuados, mas sim resultados do progresso de um programa de pesquisa em comparação com seu rival. Ele argumenta que, quando dois programas de pesquisa estão em competição e um progride enquanto o outro degenera, o que se observa historicamente é que os cientistas aderem ao programa progressivo. Essa preferência pela eficácia e capacidade preditiva de um programa sobre seu concorrente é vista por Lakatos (1989) como a explicação racional segundo seu modelo filosófico.

Pode ser relevante quando um programa está formulado de maneira vaga e imprecisa e os seus adversários desejam que adquira uma forma mais rigorosa para então lhe expor as fraquezas, criticá-lo.

'Newton elaborou a teoria cartesiana dos vórtices para demonstrar que era inconsistente com as leis de Kepler' (Lakatos, 1989, p. 146).

Para Silveira: "O trabalho simultâneo em dois programas rivais mostra que a tese da incomensurabilidade de Kuhn (1987) e Feyerabend (1977) não é sustentável" (Silveira, 1996, p. 4). Lakatos expõe que o processo de transição de um programa para outro não ocorre de maneira abrupta; durante esse período, é racional envolver-se em ambos os programas, até mesmo simultaneamente. Essa abordagem pode ser especialmente relevante quando um programa está formulado de maneira vaga e imprecisa, e seus oponentes desejam que ele adquira uma forma mais rigorosa antes de expor suas fraquezas e criticá-lo. Como ilustração, Lakatos cita o exemplo de Newton, quando desenvolveu a teoria cartesiana dos vórtices para demonstrar sua inconsistência com as leis de Kepler.

CAPÍTULO 2: EXPLORANDO A ESTRUTURA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA

2.1 OS PROGRAMAS DE PESQUISA DE IMRE LAKATOS

O trabalho de Lakatos emergiu refletindo e respondendo às tensões ideológicas e intelectuais do período. Ele criticou tanto a rigidez do positivismo quanto o caráter idealizado do falsificacionismo popperiano, propondo uma abordagem mais histórica e sofisticada da ciência, que reconhecia a complexidade dos programas de pesquisa e a dinâmica real do progresso científico. A proposta de Lakatos, com sua ênfase na progressividade teórica e empírica e na ideia de que um programa de pesquisa deve ser avaliado pela sua capacidade de gerar novas previsões e lidar com refutações, pode ser vista como uma resposta direta ao clima intelectual do pós-guerra, onde a ciência e suas metodologias estavam sob escrutínio constante.

Assim, a obra de Lakatos não apenas se inseriu nesses debates, mas também ofereceu uma síntese inovadora que continua a influenciar a filosofia da ciência até os dias de hoje. Para Bezerra (2004),

Lakatos inicialmente denomina seu modelo “falseacionismo metodológico sofisticado”, justamente com o propósito de salientar essas características – a sua filiação ao programa popperiano e, ao mesmo tempo, seu afastamento dele. O falseacionismo metodológico sofisticado encontra sua versão mais acabada naquilo que Lakatos denominou “metodologia dos programas de pesquisa” (Bezerra, 2004, p. 209).

A metodologia dos programas de pesquisa de Imre Lakatos teve um impacto duradouro na filosofia da ciência. “A tese de Lakatos nos remete à ideia do falseacionismo sofisticado, ou seja, trabalha com a ideia da superação ao invés da refutação” (Gonçalves; Scheller, 2021, p. 9). Assim, nosso filósofo argumentou que as teorias científicas não devem ser avaliadas apenas por sua capacidade de serem falsificadas, “Como se sabe, ‘Lakatos ganhou destaque, sobretudo, como seguidor e crítico de Karl Popper’” (Shibarshina, 2018, p. 53) [tradução nossa], mas que as teorias devem ser avaliadas dentro do contexto mais amplo dos programas de pesquisa. Enfatizou a importância de os programas de pesquisa gerarem previsões novas e solucionarem problemas científicos com sucesso. Essa perspectiva proporcionou uma compreensão mais refinada de como o conhecimento científico se desenvolve e evolui ao longo do tempo.

No campo da filosofia da ciência, a tradição do positivismo lógico estava sendo desafiada por novas perspectivas. O trabalho de Lakatos surgiu como uma resposta às limitações do positivismo lógico e do falsificacionismo de Karl Popper, que eram filosofias dominantes da ciência na época. O positivismo lógico, fundamentado na ideia de que a ciência deveria ser construída a partir de bases empíricas rigorosamente verificáveis, encontrava dificuldades para lidar com a prática científica real. A principal limitação dessa abordagem estava em sua dependência da verificabilidade como critério de demarcação científica, ou seja, para ser considerada válida, uma teoria deveria ser empiricamente verificável. No entanto, Lakatos apontou que essa visão era excessivamente rígida, já que, na prática, a ciência não se baseia em verificações absolutas. A ciência opera com incertezas e está sempre sujeita à revisão diante de novas evidências ou interpretações. Outra limitação apontada por Lakatos era o fato de que o positivismo lógico subestimava o papel das teorias na formulação de observações. As observações científicas não são neutras; elas são orientadas por pressupostos teóricos pré-existentes.

A concepção sobre os programas de pesquisa é o modelo apresentado por Lakatos que serve como base para o historiador da ciência em sua reconstrução/interpretação histórica da ciência. Em outras palavras, trata-se de uma metodologia que pode servir de "lente" ao historiador. Para Lakatos, "A historiografia da ciência deveria aprender com a filosofia da ciência, e vice-versa" (Lakatos, 1978, p. 21). A atenção especial dada à história da ciência é uma característica de suas ideias. Para Hacking (1979),

Lakatos está preocupado com a demarcação da ciência. A sua metodologia é normativa na medida em que pode dizer, sobre algum episódio passado da ciência, que não deveria ter acontecido assim. Mas a sua filosofia não fornece avaliações prospectivas das atuais teorias científicas concorrentes (Hacking, 1979, p. 389). [*tradução nossa*]

Hacking (1979) ressalta uma característica fundamental da abordagem de Imre Lakatos na filosofia da ciência, centrada na demarcação da ciência e na natureza normativa de sua metodologia. Ele considera que Lakatos está primordialmente interessado em estabelecer critérios distintos para diferenciar a atividade científica legítima de outras formas de empreendimento intelectual. Sua metodologia, conhecida como programas de pesquisa, busca fornecer uma demarcação mais refinada e

flexível em relação a abordagens anteriores, particularmente ao critério de verificabilidade do positivismo lógico. Seu enfoque avalia a validade dos programas de pesquisa com base em critérios como a capacidade de prever fenômenos e resolver problemas. A metodologia de Lakatos é descrita como normativa devido à sua capacidade de oferecer critérios normativos para avaliar o desenvolvimento dos programas de pesquisa. Isso implica que, com base em sua estrutura, Lakatos pode realizar análises retrospectivas sobre eventos passados da ciência, declarando que certos desenvolvimentos não deveriam ter ocorrido da maneira como aconteceram. Ele critica esses episódios com base em critérios como "poder explicativo", "poder de previsão" e "resolução de problemas".

Para Hacking, uma das contribuições notáveis de Lakatos é que ele reconheceu que a ciência é um empreendimento complexo e que os programas de pesquisa podem ser heterogêneos. Isso significa que um programa de pesquisa não é uma entidade monolítica, mas pode incluir diferentes teorias, conceitos e métodos que coexistem dentro do mesmo programa. O núcleo firme atua como o ponto de unidade dentro dessa diversidade, mantendo a coerência conceitual e teórica.

Segundo Lakatos, um programa de pesquisa é uma estrutura mais abrangente que inclui não apenas uma teoria científica específica, mas também suposições metodológicas, diretrizes heurísticas, um conjunto de problemas que o programa se propõe a resolver, etc. Ele é considerado uma abordagem metodológica que busca entender o desenvolvimento da ciência por meio da análise de conjuntos de teorias, hipóteses e métodos unificados por um núcleo firme. O programa de pesquisa fornece diretrizes para a investigação científica, ajudando a delimitar áreas promissoras de pesquisa e oferecendo uma estrutura para a evolução das teorias científicas ao longo do tempo.

Lakatos precisa da história da ciência porque, em sua perspectiva, o desenvolvimento científico não pode ser compreendido de forma isolada ou puramente teórica. Para ele, os programas de pesquisa são, essencialmente, interpretações históricas do crescimento científico, que se manifestam na transição e evolução das teorias ao longo do tempo. Esses programas não surgem do nada, mas são moldados e sustentados pela continuidade histórica que liga uma série de teorias, abordagens e problemas científicos. Cada programa de pesquisa, concebido inicialmente como uma estrutura autêntica, evolui com o tempo, enfrentando desafios e sendo testado pela realidade empírica e pela crítica. As regras metodológicas dos

programas de pesquisa—como a heurística negativa, que indica os caminhos a serem evitados, e a heurística positiva, que guia os caminhos a serem seguidos—são profundamente enraizadas no contexto histórico. A história da ciência fornece a narrativa e os exemplos concretos de como essas regras foram aplicadas ou ignoradas, como os programas foram progressivos ou degenerativos e como novas teorias emergiram em resposta às limitações das anteriores. Portanto, a história da ciência é indispensável para Lakatos, pois ela oferece o material empírico necessário para testar, validar e refinar sua filosofia da ciência, permitindo uma análise mais rica e realista do progresso científico.

2.1.1 NÚCLEO FIRME

Nesta seção, abordaremos o conceito de "núcleo firme" na teoria dos programas de pesquisa de Imre Lakatos, considerado como elemento central para entender sua filosofia da ciência. É importante destacar que, na literatura sobre Lakatos, os termos utilizados para designar o "*hard core*" de sua teoria podem variar.

Em Imre Lakatos, a noção de núcleo firme ocupa uma posição central na estrutura dos programas de pesquisa, diferentemente de uma hipótese isolada ou de uma simples conjunção de hipóteses. Um programa de pesquisa é caracterizado por uma série de teorias em desenvolvimento, organizadas de forma coerente ao longo do tempo. No coração dessa estrutura está o núcleo firme, um conjunto de princípios fundamentais e invariáveis que permanecem imunes a refutações diretas. Esse núcleo firme é primordial e serve como base sobre a qual todo o programa se sustenta.

Em torno dele, encontramos o cinturão protetor de hipóteses auxiliares, que são ajustáveis e modificáveis para proteger o núcleo de possíveis refutações. Essa distinção entre o núcleo e o cinturão protetor é crucial para entender como os programas de pesquisa evoluem, resistem a críticas e, eventualmente, se mostram progressivos ou degenerativos. O núcleo firme, portanto, não é apenas o alicerce teórico de um programa, mas também o ponto de referência que orienta o desenvolvimento de novas teorias dentro desse programa. Para Lakatos (1978),

A unidade básica de apreciação não deve ser uma teoria isolada ou uma conjunção de teorias, mas sim um <<programa de investigação>> com um <<centro firme>> convencionalmente aceite (...) com uma

<<heurística positiva>> que define os problemas, esboça a construção de uma cintura de hipóteses auxiliares, prevê anomalias e transforma vitoriosamente em exemplos, tudo de acordo com um plano pré-concebido (Lakatos, 1978, p. 31).

O núcleo firme, sendo irrefutável, constitui a espinha dorsal do programa de pesquisa, responsável por definir as características, orientações, perguntas ou problemas a serem trabalhados pelo programa. Assim, o núcleo firme ajuda a diferenciar um programa de pesquisa de outro programa rival, ou seja, ele contribui para compor a alteridade entre programas rivais.

O núcleo firme, segundo Lakatos, refere-se à série de hipóteses e pressupostos básicos que sustentam um programa de pesquisa. Essas hipóteses são consideradas fundamentais, pois são essenciais para a estrutura teórica subjacente ao programa de pesquisa. “Este conhecimento tomado como certo a priori, o que Lakatos chama de núcleo firme de um programa de pesquisa (1979), que não é questionado por decisão metodológica, é o que permite ao cientista uma relativa liberdade de pesquisa” (Arthury & Peduzzi, 2015, p. 63). Por exemplo,

A lei da Gravitação Universal e as três leis de Newton constituem o núcleo firme da mecânica newtoniana, assim como os postulados referentes a Constância da velocidade da luz e do princípio da equivalência das leis físicas formam o núcleo firme da relatividade einsteiniana (Arthury & Peduzzi, 2013, p. 3)

Ao definir um núcleo firme para um programa de pesquisa, Lakatos argumentou que o programa deveria ser capaz de explicar os fenômenos observados, oferecer previsões testáveis e ser capaz de progredir ao longo do tempo, incorporando novas descobertas e resolvendo problemas que surgem durante o processo científico. O núcleo firme é composto por suposições básicas que são consideradas essenciais para o programa de pesquisa. Essas suposições são geralmente aceitas sem questionamento direto e fornecem os alicerces conceituais e teóricos para o programa. Elas são responsáveis por estabelecer as principais questões a serem abordadas, as definições de conceitos-chave e os princípios básicos que sustentam o programa.

O estabelecimento de um núcleo firme em um programa de pesquisa, segundo Imre Lakatos, é resultado de um longo e gradual processo de desenvolvimento, em vez de uma criação instantânea ou arbitrária. Este núcleo não surge de forma

completa e definitiva, mas é moldado por meio de um processo preliminar de ensaio e erro, onde ideias e hipóteses são testadas e refinadas ao longo do tempo. O núcleo firme é estabelecido pelos cientistas, especialmente pelos líderes e defensores do programa de pesquisa, que identificam quais princípios e fundamentos são essenciais e não podem ser abandonados sem comprometer toda a estrutura teórica.

Os critérios para a definição desse núcleo estão relacionados à sua capacidade de fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de teorias, bem como à sua resistência a refutações empíricas diretas. Embora o núcleo firme seja essencialmente protegido contra mudanças, ele pode ser abandonado em situações extremas, especialmente quando um programa de pesquisa degenera, ou seja, quando se torna incapaz de produzir novos conhecimentos ou de lidar eficazmente com anomalias persistentes. Nesse caso, a comunidade científica pode considerar a substituição do núcleo firme por um novo conjunto de princípios, iniciando, assim, um novo programa de pesquisa. Segundo Lakatos (1979),

O núcleo real de um programa não emerge, na realidade, completamente armado — como Atenas da cabeça de Zeus. Desenvolve-se aos poucos, por um longo processo preliminar de ensaio-e-erro. Neste ensaio não se discute o citado processo (Lakatos, 1979, p. 164).

Uma característica importante do núcleo firme é que ele é resistente à refutação direta. Isso significa que, mesmo que evidências ou observações contrárias surjam, o núcleo firme não é imediatamente descartado ou modificado. Em vez disso, o cientista busca modificar outras partes do programa, como as hipóteses auxiliares ou as estratégias metodológicas, para lidar com as anomalias ou problemas encontrados.

Essa abordagem de modificação seletiva permite que o programa de pesquisa seja protegido contra refutações prematuras, pois possibilita que os cientistas investiguem e desenvolvam maneiras de superar as dificuldades encontradas, sem descartar todo o programa. Ao fazer isso, o núcleo firme permanece intacto e fornece uma base estável para a atividade científica, enquanto o programa pode se adaptar e evoluir ao longo do tempo.

Um aspecto crucial do núcleo firme é sua função epistemológica. Lakatos argumenta que o núcleo firme desempenha um papel central na orientação da pesquisa, fornecendo um arcabouço conceitual e teórico que guia as investigações.

Ele serve como um ponto de referência para os cientistas, ajudando-os a formular novas hipóteses, a estabelecer direções de pesquisa, realizar experimentos, etc.

O núcleo firme oferece uma estrutura dentro da qual as teorias podem ser desenvolvidas e testadas, possibilitando a evolução do programa de pesquisa. Além disso, ele também desempenha um papel importante na resolução de problemas científicos. Quando surgem anomalias ou contradições em um programa de pesquisa, a primeira reação do cientista não é abandonar o núcleo firme, ou seja, "o núcleo duro deve permanecer intacto e sem modificações" (Guimarães, *et al.*, 2017, p. 9), mas deve ser o de ajustar as hipóteses auxiliares e as estratégias metodológicas para lidar com as dificuldades encontradas. Essa abordagem permite que o programa se adapte às novas evidências e revise suas suposições secundárias sem comprometer os princípios fundamentais.

Lakatos enfatizou que a resistência à refutação direta do núcleo firme é crucial para o progresso científico. Ao proteger o núcleo firme, os cientistas têm a liberdade de explorar e investigar problemas persistentes, em vez de descartar teorias inteiras diante de contradições iniciais. Também destacou a importância do contexto social e histórico na determinação do núcleo firme de um programa de pesquisa. As crenças e valores compartilhados pelos cientistas que trabalham em um determinado programa influenciam a seleção e a definição do núcleo firme. O contexto social inclui fatores como a tradição científica, as instituições acadêmicas e as tendências intelectuais da época, entre outros fatores. Esses elementos moldam o desenvolvimento e a evolução dos programas de pesquisa.

Outro aspecto fundamental do núcleo firme é sua relação com a predição da pesquisa científica. Lakatos argumentou que os programas de pesquisa podem ser avaliados com base em seu poder preditivo, ou seja, pela sua capacidade de gerar novos conhecimentos e resolver problemas. O núcleo firme desempenha um papel importante nessa predição, pois fornece uma base teórica sólida que permite o desenvolvimento de novas teorias e a formulação de novas hipóteses empíricas.

Lakatos destacou também a importância da metodologia científica dentro do núcleo firme. Assim, os programas de pesquisa não são apenas teorias, mas também incluem métodos e técnicas específicas para a investigação empírica. Esses métodos são parte integrante do núcleo firme, pois ajudam a sustentar e a testar as hipóteses formuladas dentro dele. A metodologia científica permite que os cientistas obtenham evidências empíricas e avaliem a validade das teorias propostas. Nosso autor

enfatizou a importância do pluralismo metodológico e teórico na ciência. Para Arthury e Peduzzi: "É a partir da pluralidade que surgem as oportunidades para escolhermos os caminhos mais adequados para prosseguirmos, rejeitando com mais segurança as teorias degeneradas" (Arthury & Peduzzi, 2015, p. 72). Diferentes programas de pesquisa podem coexistir e competir entre si, pois cada um com seu próprio núcleo firme e conjunto de suposições básicas. Para Lakatos: "A continuidade na ciência, a tenacidade de algumas teorias, a racionalidade de certa dose de dogmatismo só poderá ser explicada se interpretarmos a ciência como um campo de batalha onde pelejam programas de pesquisa muito mais do que teorias isoladas" (Lakatos, 1979, p. 216).

Essa diversidade é considerada saudável e propícia ao progresso científico, pois diferentes abordagens podem trazer teorias e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento. A compreensão da ciência como um campo de batalha, onde diferentes programas de pesquisa competem, é essencial para explicar a continuidade, a persistência de certas teorias e a racionalidade inerente a algum grau de dogmatismo. Lakatos, defensor do pluralismo metodológico, argumenta que é mais esclarecedor analisar a dinâmica entre programas de pesquisa do que examinar teorias isoladas. Ele sugere que a evolução e a resistência de teorias científicas ao longo do tempo não podem ser plenamente compreendidas sem levar em conta a competição entre diferentes abordagens de pesquisa. Essa abordagem pluralista permite uma apreciação mais profunda da complexidade da prática científica, reconhecendo que o desenvolvimento científico muitas vezes ocorre por meio da confrontação e rivalidade entre programas de pesquisa concorrentes, cada um defendendo sua visão única sobre a natureza e o progresso da ciência.

2.1.2 HEURÍSTICA POSITIVA

Outro aspecto apresentado nos programas de pesquisa propostos por Lakatos é que eles podem ter uma dimensão heurística. Isso significa que os programas de pesquisa contêm princípios que fornecem orientações gerais para a investigação científica. A heurística auxilia na formulação de novas hipóteses, na identificação de problemas relevantes e na orientação da escolha de métodos e técnicas de pesquisa. Portanto, os programas de pesquisa não apenas fornecem uma estrutura teórica, mas

também orientam a prática científica de maneira mais ampla. Heurística (derivada do grego *heurísko*, que significa "descoberta") é considerada um poderoso mecanismo que inclui um conjunto de técnicas para a resolução de problemas, processando pequenas anomalias e as transformando em elementos confirmadores do programa de pesquisa.

A distinção entre heurística e metodologia é fundamental para compreender a dinâmica dos programas de pesquisa em Lakatos. A heurística refere-se às diretrizes internas de um programa de pesquisa que orientam os cientistas sobre como devem proceder na investigação, dividindo-se em heurística positiva e negativa. A heurística positiva indica os caminhos de pesquisa a serem explorados, sugerindo como o núcleo firme pode ser aplicado a novos problemas e como as hipóteses auxiliares podem ser desenvolvidas para expandir o cinturão protetor. Já a heurística negativa prescreve o que deve ser evitado, alertando contra modificações que poderiam comprometer a integridade do núcleo firme. A metodologia, por outro lado, refere-se a uma abordagem mais ampla e externa, consistindo em critérios gerais para a avaliação e comparação de diferentes programas de pesquisa. Enquanto a heurística guia o desenvolvimento interno de um programa, a metodologia fornece as normas para julgar o progresso científico, determinando se um programa de pesquisa é progressivo ou degenerativo em termos de sua capacidade de gerar novas previsões e lidar com refutações. Assim, a heurística é mais específica e aplicada dentro de um programa, enquanto a metodologia oferece uma perspectiva externa e comparativa entre diferentes programas de pesquisa.

Para Lakatos (1979),

A heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as "variantes refutáveis" do programa de pesquisa, e sobre como, modificar e sofisticar o cinto de proteção "refutável" (Lakatos, 1979, p. 165).

Essas orientações visam sugerir como as "variantes refutáveis" das teorias dentro do programa podem ser modificadas e desenvolvidas. O termo "variantes refutáveis" refere-se às diferentes anomalias que poderão surgir, uma vez que os programas de pesquisa estão imersos em um "oceano de anomalias", conforme é descrito por Lakatos. O "cinto de proteção refutável" mencionado por Lakatos é composto por hipóteses auxiliares que cercam o "núcleo firme", sendo estas mais

suscetíveis a modificações em resposta a evidências empíricas. A heurística positiva enfatiza uma abordagem construtiva e adaptável para o desenvolvimento das teorias científicas, mantendo a disposição para a refutação como um elemento vital do método científico.

A heurística positiva tem, de fato, um papel crucial no desenvolvimento do programa, mas sua função é sugerir modificações e refinamentos dentro do cinturão protetor, ajudando a expandir o programa e enfrentar desafios empíricos. Ela direciona os cientistas para explorar novos caminhos, desenvolver hipóteses auxiliares e adaptar a teoria de forma progressiva. No entanto, não é ela que define os princípios fundamentais do programa. Essa tarefa cabe ao núcleo firme, que permanece intacto e inquestionável, fornecendo a base sobre a qual a heurística positiva opera. Além disso, conforme descrevemos, a heurística positiva oferece um conjunto de diretrizes para o progresso interno de um programa, orientando como as "variantes refutáveis" e o "cinto de proteção" devem ser modificados para enfrentar anomalias e refutações. Contudo, são os cientistas pertencentes ao programa de pesquisa que interpretam e aplicam essas diretrizes, tomando decisões sobre quais problemas devem ser abordados, quais hipóteses auxiliares devem ser ajustadas ou abandonadas, como o núcleo firme deve ser preservado, etc. Os cientistas atuam como agentes que, através de um processo de consenso e debate, definem a identidade e a direção do programa de pesquisa, assegurando que ele permaneça progressivo e capaz de lidar com novos desafios empíricos. Portanto, os cientistas pertencentes ao programa de pesquisa não apenas são receptores passivos de orientações, mas ativos e indispensáveis na construção, adaptação e, eventualmente, na transição entre programas de pesquisa.

Para Silveira (1996),

Quando foi observado pelos newtonianos que a órbita prevista para Urano era discordante com as observações astronômicas, eles não consideraram que a Mecânica Newtoniana estivesse refutada; Adams e Leverrier, por volta de 1845, atribuíram tal discordância à existência de um planeta ainda não conhecido - o planeta Netuno - e, portanto, não levado em consideração no cálculo da órbita de Urano. Essa hipótese permitiu também calcular a trajetória de Netuno, orientando os astrônomos para a realização de novas observações que, finalmente, confirmaram a existência do novo planeta (Silveira, 1996, p. 2).

Assim, podemos entender que, quando a órbita de Urano não correspondia às previsões newtonianas, os cientistas não rejeitaram prontamente a mecânica

newtoniana. Em vez disso, adotaram uma abordagem positiva ao propor a hipótese da existência de um planeta desconhecido – Netuno – que poderia estar influenciando as observações astronômicas. Essa hipótese não apenas protegeu o núcleo essencial da mecânica newtoniana, como também conduziu a novas previsões e descobertas, ilustrando como ajustes e adições às hipóteses auxiliares podem fortalecer um programa de pesquisa, em vez de enfraquecê-lo. Esse episódio destaca a capacidade da heurística positiva de orientar a resolução de problemas e promover o desenvolvimento científico ao incorporar modificações construtivas nas teorias existentes.

A heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as “variantes refutáveis” do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção “refutável” (Lakatos, 1979, p. 165).

A heurística na filosofia da ciência de Imre Lakatos também está relacionada à busca por melhores explicações e teorias mais abrangentes. Os cientistas são encorajados a seguir abordagens heurísticas que visam ampliar o escopo explicativo de um programa de pesquisa, buscando generalizações e leis que possam abranger um maior número de fenômenos.

Uma abordagem heurística comum é a busca por analogias e modelos teóricos que possam ser aplicados a diferentes áreas do conhecimento. Os cientistas podem explorar semelhanças entre fenômenos aparentemente distintos, procurando padrões ou estruturas subjacentes que forneçam uma base teórica mais unificada. A heurística permite a transferência de ideias e métodos de uma área para outra, impulsionando a interdisciplinaridade e a construção de teorias mais abrangentes. Além disso, ela também desempenha um papel na escolha de experimentos e na análise de dados. Os cientistas geralmente utilizam estratégias heurísticas, conforme proposto por Lakatos, para identificar quais experimentos são mais relevantes e informativos ao testar suas hipóteses. Isso inclui a seleção de variáveis-chave, o planejamento de experimentos controlados e a interpretação dos resultados obtidos. Essas estratégias heurísticas permitem que os cientistas otimizem sua abordagem experimental e obtenham dados valiosos para o desenvolvimento de suas teorias.

Lakatos destaca também o fato de podermos avaliar os programas de pesquisa, após sua substituição, através de sua força heurística. Mas de que maneira

se encontra uma força heurística em um programa? Segundo Lakatos, ao se questionar sobre “quantos fatos novos produziram, até onde ia a capacidade deles para explicar suas refutações no decorrer do crescimento” (Lakatos, 1979, p. 168), uma resposta envolve a avaliação da força heurística de um programa de pesquisa. A força heurística pode também incluir suposições sobre a natureza dos fenômenos estudados, a validade de certos métodos de investigação e até mesmo crenças filosóficas mais amplas. A consciência dessas pressuposições heurísticas é fundamental, pois pode influenciar a forma como os cientistas abordam e interpretam os dados. Para Arthury e Peduzzi (2015),

Força heurística refere-se à força de um programa de pesquisa em antecipar fatos novos em seu crescimento, seja em aspectos empíricos (fenômenos não conhecidos) ou aspectos estruturais da teoria em si, como coesão, coerência e novas relações entre os conceitos da teoria (Arthury & Peduzzi, 2015, p. 73).

Lakatos (1979) argumenta que a avaliação de um programa de pesquisa deve considerar não apenas a sua capacidade de explicar eventos já conhecidos, mas também a sua habilidade de prever e integrar aspectos empíricos inexplorados e estruturais inovadores. Isso se alinha com a heurística positiva, que encoraja a modificação e expansão de programas de pesquisa em resposta a desafios, visando, assim, a progressão científica. Nesse contexto, a "força heurística" destaca a vitalidade de um programa de pesquisa em sua capacidade não apenas de resistir a refutações, mas de conduzir a descobertas e avanços que fortalecem sua posição dentro da comunidade científica.

Seria um erro supor que precisamos conservar um programa de pesquisa até que se tenha esgotado toda a sua força heurística, que não devemos apresentar um programa rival antes de haverem todos concordado em que foi provavelmente atingido o ponto de degeneração (Lakatos, 1979, p. 190).

Para Lakatos, é equivocado supor que um programa de pesquisa deva ser mantido até que sua força heurística esteja esgotada, ou que a apresentação de um programa rival deva aguardar um consenso unânime sobre seu ponto de degeneração. Imre Lakatos adverte contra essa abordagem, enfatizando que a comunidade científica não deve hesitar em introduzir alternativas e competir com um

programa existente, independentemente de haver ou não um acordo prévio sobre seu declínio.

No contexto dessa questão, ou seja, sobre a escolha entre dois programas concorrentes, Lakatos sustenta que o programa de pesquisa considerado candidato a substituir o anterior deve não apenas explicar o sucesso do programa existente, mas também superá-lo, por meio de uma demonstração adicional de sua própria força heurística. Essa abordagem, fundamentada na competição e na avaliação contínua da eficácia das teorias, reflete a dinâmica evolutiva necessária para o avanço da compreensão científica. Lakatos destaca que os programas de pesquisa podem ser avaliados, após sua substituição, por sua força heurística.

A heurística em Lakatos também está relacionada à noção de progresso científico, ao argumentar que o progresso ocorre quando um programa de pesquisa é capaz de resolver problemas persistentes e fazer novas previsões corroboradas pela evidência empírica. A heurística desempenha um papel crucial nesse processo, pois orienta os cientistas na formulação de hipóteses que abordam esses problemas, na seleção de experimentos que testam essas hipóteses e na revisão teórica para aprimorar o programa.

Ao fazer a diferenciação com a metodologia, é possível analisar o progresso científico sob duas perspectivas distintas em Lakatos. No nível geral, o progresso é avaliado por critérios metodológicos, que comparam programas de pesquisa rivais para determinar qual deles é mais progressivo. Essa avaliação considera a capacidade de um programa de gerar novas modificações, resolver problemas existentes e superar seus concorrentes em termos explicativos. Já dentro de um programa de pesquisa específico, o progresso científico está relacionado à sua heurística, que orienta o desenvolvimento interno. A heurística é considerada bem-sucedida quando consegue resolver problemas previamente identificados, propor novas teorias e expandir o conteúdo empírico do programa, mantendo a coerência com o núcleo firme. Enquanto a metodologia avalia o avanço em uma escala comparativa externa, a heurística reflete o progresso interno de um programa ao enfrentar desafios e enriquecer suas contribuições científicas.

No entanto, é importante destacar que a heurística em Lakatos não se configura como uma receita fixa ou uma metodologia prescritiva. Ela se adapta e evolui de acordo com a natureza da pesquisa e os desafios enfrentados. As estratégias

heurísticas podem variar entre diferentes programas de pesquisa e até mesmo ao longo do tempo, à medida que novas teorias e fatos são descobertos.

2.1.3 CINTURÃO PROTETOR

Em contraste, o cinturão protetor constitui uma parte mais periférica do programa de pesquisa, composta por hipóteses adicionais, suposições auxiliares e metodologias específicas. Esses elementos são mais suscetíveis a modificações ou até mesmo ao descarte, quando necessário. A heurística aplicada ao cinturão protetor permite que os cientistas adaptem e ajustem essas partes para lidar com inconsistências ou problemas identificados ao longo da pesquisa. Para Lakatos (1965),

A heurística positiva apresenta um programa que inclui uma cadeia de modelos, cada vez mais complicados, que simulam a realidade: a atenção do cientista focaliza-se na construção dos modelos de acordo com as instruções que figuram na parte positiva do programa. Ele ignora os contraexemplos reais, os "dados" disponíveis. Newton elaborou primeiro o seu programa para um sistema planetário com um ponto fixo como Sol e um único ponto como planeta. Desse modelo, derivou sua lei do inverso do quadrado para a elipse de Kepler. Mas esse modelo foi proibido pela própria terceira lei da dinâmica de Newton e, portanto, precisou ser substituído por outro em que tanto o Sol quanto o planeta giravam em torno do seu centro comum de gravidade. A mudança não foi motivada por nenhuma observação (os dados não sugeriram aqui "anomalia" alguma), mas por uma dificuldade teórica no desenvolvimento do programa (Lakatos, 1965, p. 169).

Newton, ao formular seu programa de pesquisa, demonstrou a aplicação prática de um cinturão protetor em seu método. Diante de desafios teóricos na elaboração de seu modelo inicial para o sistema planetário, no qual o Sol era um ponto fixo e um único ponto representava o planeta, ele identificou contradições com sua terceira lei da dinâmica. Para preservar a integridade de seu programa, Newton não baseou a substituição desse modelo em observações específicas ou em anomalias detectadas nos dados disponíveis. Em vez disso, reconfigurou o modelo, permitindo que tanto o Sol quanto o planeta orbitassem em torno de um centro comum de gravidade. Essa mudança representou uma estratégia defensiva no cinturão protetor, que não se ancorava em evidências empíricas imediatas, mas salvaguardava o

programa, permitindo sua evolução e o enfrentamento de desafios sem comprometer sua estrutura fundamental.

No modelo dos programas de pesquisa proposto por Lakatos, a estrutura heurística facilita a formação do cinturão protetor, constituído por um conjunto de suposições adicionais que cercam uma teoria científica. Essas suposições são formuladas para proteger a teoria central de possíveis refutações ou falsificações. O cinturão protetor é composto por hipóteses auxiliares, conceitos adicionais e pressupostos que conferem resistência à teoria diante de evidências contrárias.

A ideia central do cinturão protetor é que um programa de pesquisa não deve ser refutado com base em uma única anomalia ou em um resultado negativo. Em vez disso, quando surgem evidências contrárias, os defensores do programa podem recorrer ao cinturão protetor, modificando ou introduzindo novas hipóteses auxiliares para explicar a anomalia dentro do arcabouço teórico existente. Essas hipóteses podem ser ajustadas, adaptadas ou até mesmo descartadas à medida que novas evidências e resultados são obtidos. O objetivo é preservar a teoria central, garantindo sua conformidade com as evidências empíricas disponíveis. Assim:

O cinturão protetor (...) é composto pelas hipóteses auxiliares explícitas que suplementam o núcleo, bem como, pelas suposições subjacentes à descrição das condições iniciais e pelas proposições observacionais. Essas hipóteses servirão de anteparo para impedir que fatos observados e não elucidados, venham a atingir o núcleo. Desta maneira, são essas hipóteses auxiliares que poderão ser substituídas ou remodeladas (Guimarães, *et al.*, 2017, p. 5).

Conforme mencionado, o cinturão protetor funciona como uma barreira que impede a refutação imediata do programa de pesquisa. Ele permite que os cientistas realizem ajustes e modificações graduais na parte periférica do programa, em vez de rejeitá-lo completamente diante das anomalias. Embora esse ponto se assemelhe à heurística negativa, em Lakatos a heurística negativa e o cinturão protetor são conceitos centrais na metodologia dos programas de pesquisa, mas desempenham papéis distintos.

A heurística negativa consiste em uma diretriz que exige a preservação do núcleo firme do programa de pesquisa, protegendo-o contra tentativas de falsificação direta. Em outras palavras, instrui os cientistas a evitar qualquer alteração nas proposições centrais do programa, que são consideradas irrefutáveis e aceitas por

convenção. Em contraste, o cinturão protetor é composto por um conjunto de hipóteses auxiliares que cercam o núcleo firme. Essas hipóteses são mais flexíveis e podem ser ajustadas ou modificadas para acomodar novas evidências ou críticas, garantindo, assim, a continuidade e a adaptabilidade do programa. Dessa forma, enquanto a heurística negativa se concentra em manter a integridade do núcleo firme, o cinturão protetor oferece a flexibilidade necessária para defender e sustentar o programa diante de desafios empíricos.

No entanto, é importante ressaltar que o cinturão protetor não é um escudo absoluto contra a falsificação ou a refutação de uma teoria. Se as anomalias persistirem e não puderem ser adequadamente explicadas ou incorporadas dentro do cinturão protetor, o programa de pesquisa pode, eventualmente, ser descartado ou substituído por um programa mais abrangente e explanatório. A validade do cinturão protetor, portanto, depende da capacidade do programa de incorporar as evidências empíricas e lidar com as anomalias de maneira coerente ao longo do tempo. Para Martini (2014),

O cinturão protetor não consiste apenas em um conjunto de hipóteses adicionais ao núcleo, mas também em proposições de testes de significância e de observações, e em descrições das condições iniciais assumidas pelas hipóteses levantadas (Martini, 2014, p. 3).

O objetivo do "cinturão protetor" é garantir que um programa de pesquisa possa se adaptar e evoluir ao enfrentar desafios empíricos sem ser prontamente descartado. Isso permite que os cientistas preservem a coerência interna do programa, ajustando-o em resposta a anomalias específicas ou novas evidências, em vez de abandoná-lo completamente.

Para Renner e Pessoa Jr., "o cinto de proteção pode ser alterado para que a teoria obtenha mais sucesso em suas previsões, mantendo-se intacto, porém, o núcleo duro do programa" (Renner & Pessoa Jr., 2016, p. 136).

2.1.4 ANOMALIAS

É fundamental compreender com clareza que, quando Lakatos utiliza o termo "anomalia", ele se refere a um fenômeno que deve ser explicado dentro do programa

de pesquisa. Não se deve adotar uma anomalia como um contraexemplo no sentido popperiano de experiência crucial. Além disso, a anomalia é um elemento de natureza negativa, embora possa indicar caminhos interessantes para a pesquisa dentro do programa. No entanto, certamente não é considerada um experimento crucial, ou seja, não possui o caráter decisivo que Popper atribuía a esse tipo de teste.

Nos programas de pesquisa, as anomalias registradas, do ponto de vista heurístico, não representam ataques sérios ao programa. A abordagem predominante é seguir a heurística positiva, buscando direcionamentos para modificações no cinturão protetor. Para Dias (2023),

Os cientistas, na construção de modelos, seguem a “heurística positiva” e por isto não valorizam as refutações, também, na escolha dos problemas, para o desenvolvimento de suas pesquisas, são determinados por ela e não por “anomalias” (Dias, 2023, p. 33-34).

Em Lakatos, a escolha dos problemas a serem resolvidos em um programa de pesquisa é orientada principalmente pela heurística positiva. Essa heurística fornece diretrizes construtivas sobre como o programa deve avançar, sugerindo caminhos de investigação, problemas a serem resolvidos e possíveis desenvolvimentos teóricos. Ela oferece “palpites” sobre como expandir o conhecimento científico sem alterar o núcleo firme do programa. O núcleo firme, por sua vez, contém os princípios fundamentais que permanecem inalterados durante o desenvolvimento do programa e é protegido por um cinturão de hipóteses auxiliares. Assim, enquanto o núcleo firme dá identidade ao programa de pesquisa, a heurística positiva atua na exploração e no desenvolvimento do programa, direcionando os cientistas sobre quais problemas devem ser enfrentados e como abordá-los.

A importância desse aspecto reside no fato de que até mesmo os problemas a serem resolvidos são escolhidos a partir do núcleo firme. Isso evidencia o alto grau de autonomia da ciência teórica, pois não são as anomalias que apontam o rumo do programa. Lakatos ressalta que “Não se deve pensar, porém, que anomalias ainda não explicadas, ‘quebra-cabeças’, como Kuhn lhes poderia chamar, são compreendidas ao acaso, e o cinto de proteção construído de maneira eclética” (Lakatos, 1979, p. 165). O que se observa, na verdade, é que a ordem costuma ser estabelecida no gabinete do teórico, levando em conta as anomalias, mas sem que

estas sejam o fator determinante para o abandono ou a manutenção de um programa de pesquisa.

Lakatos também salienta que, entre os cientistas teóricos empenhados em grandes pesquisas, poucos dão atenção indevida a refutações ou anomalias. Em vez disso, eles conduzem suas pesquisas com uma perspectiva de longo prazo. Em vez de ignorar ou rejeitar essas anomalias, o programa busca ativamente formas de resolver a tensão, ajustando suas teorias, desenvolvendo hipóteses auxiliares e propondo modificações no cinturão protetor. Esses ajustes teóricos, antecipados antes mesmo da experimentação, são realizados na tentativa de preservar o poder preditivo do programa. O objetivo é que as revisões teóricas sejam capazes de explicar tanto as previsões bem-sucedidas quanto as anomalias, permitindo que o programa continue a produzir previsões precisas e confiáveis.

A antecipação das anomalias e os ajustes teóricos são fundamentais para a evolução de um programa de pesquisa. Ao lidar com as anomalias de maneira proativa, o programa busca aprimorar sua teoria e expandir seu poder preditivo. Esses ajustes podem levar a novas previsões, permitindo que o programa antecipe fenômenos ainda não observados e forneça explicações mais abrangentes. Assim, quando o programa enfrenta anomalias ou desafios empíricos que poderiam refutá-lo, são as hipóteses auxiliares que são ajustadas ou modificadas para lidar com as inconsistências sem comprometer o núcleo firme. Essas hipóteses são mais flexíveis e suscetíveis a mudanças, sendo a parte da estrutura teórica que interage diretamente com os dados empíricos e se adapta conforme necessário para garantir a continuidade do programa.

No que diz respeito ao papel das heurísticas na resolução de anomalias, observa-se que a heurística negativa desempenha um papel fundamental no enfrentamento dos desafios ao programa de pesquisa. Ela determina quais áreas de investigação e mudanças teóricas devem ser evitadas, uma vez que qualquer modificação que altere ou comprometa o núcleo firme é proibida. Atua, assim, como uma barreira de proteção para manter a integridade da estrutura central do programa, direcionando os cientistas a ajustar apenas o cinturão protetor e não o núcleo em si. Isso é essencial para a preservação da coerência do programa diante de refutações. No entanto, no enfrentamento direto das anomalias, a heurística negativa se torna ainda mais determinante, pois sua função é garantir que as modificações ocorram no

cinturão protetor, permitindo que o programa continue evoluindo sem comprometer sua base teórica central.

Além disso, o trabalho do cientista, fundamentado na heurística positiva, busca transformar a anomalia em uma corroboração para o programa de pesquisa, uma vez que essa anomalia pode, futuramente, corroborar um ou mais elementos das teorias do programa. Entretanto, no contexto dos programas de pesquisa de Lakatos, a anomalia representa um desafio ao programa, uma situação em que as previsões ou explicações falham em algum aspecto. A correção ou solução da anomalia, por outro lado, pode ser interpretada como uma corroboração do programa. Quando os cientistas conseguem, utilizando o cinturão protetor de hipóteses auxiliares, resolver a anomalia sem comprometer o núcleo firme, isso fortalece o programa de pesquisa. Assim, é o enfrentamento bem-sucedido da anomalia que corrobora o programa, não a anomalia em si. Portanto, o que realmente valida ou corrobora o programa é a capacidade de responder às anomalias e incorporá-las ao avanço da teoria, mantendo o núcleo firme intacto e garantindo o progresso científico dentro do programa. Contudo, sobre o modo como é tratada a anomalia dentro da metodologia dos programas de pesquisa, Lakatos (1979), especifica que,

De um modo mais geral, podemos falar, seguindo Kuhn, acerca de "enigmas": um "enigma" num programa é um problema que encaramos como um desafio a esse programa. Um "enigma" pode ser resolvido de três maneiras: solucionando-o dentro do programa original (a anomalia transforma-se em exemplo); neutralizando-o, isto é, solucionando-o dentro de um programa independente, indiferente (a anomalia desaparece); ou, por fim, solucionando-o dentro de um programa rival (a anomalia converte-se num exemplo contrário) (Lakatos, 1979, p. 166).

Pode-se dizer também que, quando um programa de pesquisa resolve uma anomalia, ele exerce pressão sobre os programas rivais, desafiando-os a também encontrar uma solução rápida para o problema. No entanto, caso a solução apresentada por um desses programas não esteja alinhada com a heurística positiva que guia o seu desenvolvimento, ou seja, se a solução não contribui de maneira construtiva para o progresso do programa sem comprometer o núcleo firme, o programa que ofereceu uma resolução adequada inicialmente ainda se mantém em vantagem. Isso acontece porque a heurística positiva não apenas orienta como enfrentar as anomalias, mas também estabelece diretrizes para que o programa

continue em evolução, tornando-o superior na competição com outros programas. A antecipação eficaz de uma solução, dentro dos limites impostos pela heurística positiva, consolida o status daquele programa de pesquisa como progressivo.

Lakatos ressalta que, embora a heurística positiva esteja direcionada a transformar anomalias em corroborações, as verificações também desempenham um papel importante. Essa abordagem sugere que, embora as anomalias possam desafiar o programa de pesquisa, as verificações oferecem uma base mais sólida para validar e sustentar suas hipóteses e pressupostos fundamentais. Essa distinção enfatiza a importância das verificações como componentes essenciais no processo de avaliação e desenvolvimento dos programas de pesquisa, destacando sua contribuição para a consolidação do conhecimento científico. É importante pontuar que, para Lakatos, "uma 'verificação' é uma corroboração do excesso de conteúdo no programa em expansão. Mas uma 'verificação' naturalmente não verifica um programa: apenas lhe mostra a força heurística" (Lakatos, 1979, p.168).

Para Lakatos, o conceito de "verificação" dentro de um programa de pesquisa não deve ser confundido com a simples confirmação de uma teoria. Em sua visão, uma verificação não valida todo o programa, mas sim corrobora o conteúdo adicional que surge à medida que o programa se desenvolve. Esse conteúdo, que Lakatos denomina "excesso de conteúdo", é a chave para entender o progresso dentro de um programa de pesquisa. Quando uma teoria faz uma previsão ousada que é confirmada por evidências, essa confirmação não verifica o núcleo do programa, mas demonstra a força da heurística positiva que orienta o programa. A heurística positiva é responsável por gerar novas hipóteses e expandir o cinturão protetor ao redor do núcleo firme. Portanto, a força de um programa de pesquisa reside na sua capacidade de crescer e de se adaptar, gerando continuamente novos conhecimentos que são corroborados pela experiência.

Lakatos destaca que uma verificação, dentro desse contexto, é um indicativo de que o programa está se movendo na direção certa, demonstrando sua vitalidade e potencial de progresso. No entanto, essa verificação não deve ser vista como uma prova definitiva da verdade do programa, mas sim como um sinal de que as estratégias heurísticas adotadas estão funcionando de maneira eficaz para manter o programa cientificamente relevante e robusto diante de novos desafios empíricos. Assim, a "verificação" no pensamento lakatosiano é uma ferramenta para avaliar o

dinamismo e a força de um programa de pesquisa, sem, contudo, conferir-lhe uma validação absoluta.

2.1.5 HEURÍSTICA NEGATIVA

A heurística negativa tem como papel evitar que as anomalias atinjam o núcleo firme do programa de pesquisa. Para Silveira (1996),

O que Lakatos afirma é que a "**heurística negativa**" do programa proíbe que, frente a qualquer caso problemático, "refutação" ou anomalia, seja declarado falso o "**núcleo firme**"; a falsidade incidirá sobre alguma(s) hipótese(s) auxiliar(es) do "**cinturão protetor**" (Silveira, 1996, p. 2).

A heurística negativa age, então, criando hipóteses auxiliares ao cinturão protetor. Essas hipóteses facilitam a construção e reformulação do cinturão protetor quando necessário. Este, por sua vez, conforme dissemos, ao contrário do núcleo, que é "firme" e irrefutável, é maleável e se molda ao redor do núcleo à medida que o programa se desenvolve. A heurística negativa, ao "desviar" as anomalias para este cinturão, força-o a se adaptar, se reformular e a buscar meios para digerir as anomalias, reformulando e até mesmo criando novas hipóteses auxiliares, de maneira a "dar conta" das anomalias e transformá-las em casos confirmadores dos principais elementos do programa de pesquisa. Ao adotar uma heurística negativa, os cientistas podem criticar, modificar ou substituir partes problemáticas de um programa de pesquisa, buscando assim um aprimoramento e maior poder explicativo.

Segundo Arthury e Peduzzi (2015), o avanço proposto pela teoria da relatividade trouxe consigo uma consequência notável, rejeitada inclusive por seu próprio proponente, Einstein, que incorporou uma das hipóteses ad hoc mais emblemáticas da ciência em sua teoria. A teoria, ao superar a mecânica newtoniana, postulou a não-estaticidade do universo, um aspecto que contrariava as preferências do próprio Einstein. Ao considerar que o universo estava sob a influência da curvatura do espaço, a teoria implicava um destino de colapso do universo devido à atração gravitacional mútua, a menos que uma força contrária à gravidade estivesse em operação. Este episódio ilustra como até mesmo as teorias mais revolucionárias podem gerar implicações surpreendentes, desafiando as intuições iniciais e

destacando a complexidade inerente à busca pelo entendimento mais profundo do cosmos.

Claramente deveria haver um termo adicional nas equações da relatividade, que veio a ser conhecido como “constante cosmológica”. Esta constante consistia em uma espécie de “antigravidade” que contrabalançava o colapso previsto pela ação da curvatura do espaço, fazendo com que a estrutura do universo ficasse estática (Arthur & Peduzzi, 2015, p. 67).

Por exemplo, a introdução da constante cosmológica por Einstein na teoria da relatividade geral foi uma estratégia para preservar a teoria diante de evidências que poderiam contradizê-la. Inicialmente, essa constante foi uma hipótese ad hoc, criada para manter a ideia de um universo estático. No entanto, ela também desempenhou a função da heurística negativa do programa, que é evitar que certas partes da teoria sejam facilmente refutadas ou descartadas. Dessa forma, a constante cosmológica não apenas permitiu que a teoria da relatividade sobrevivesse a desafios empíricos, mas também exemplificou como o cinturão protetor pode ser modificado para preservar o núcleo firme, que, neste caso, é a própria teoria da relatividade. A teoria da relatividade não é o núcleo firme por si só, mas é parte essencial dele dentro do programa de pesquisa einsteiniano. Esse programa, então, se mantém em face de refutações parciais por meio de ajustes no cinturão protetor, demonstrando a importância das heurísticas na manutenção e desenvolvimento contínuo de teorias científicas.

A heurística negativa é um conceito fundamental na filosofia da ciência de Imre Lakatos. Conforme já adiantamos, ela concentra-se na identificação de problemas, falhas ou inconsistências nas teorias com o objetivo de proteger o núcleo firme de um programa de pesquisa. Define também quais aspectos da teoria devem ser preservados e quais podem ser modificados, garantindo que o núcleo firme permaneça intacto. Em Lakatos, a heurística negativa não é vista como um mero exercício de refutação, mas como uma ferramenta construtiva e progressiva para o desenvolvimento científico. Ela não busca apenas descartar uma teoria por conta de uma única refutação, mas sim identificar áreas problemáticas dentro de uma teoria e propor modificações ou ajustes que a tornem mais robusta e coerente.

A defesa realizada pela heurística negativa, ao alterar o cinturão protetor em vez de modificar o núcleo firme, pode reorientar o programa de pesquisa, permitindo

que ele retome um status progressivo. Ao resolver as anomalias por meio de hipóteses auxiliares ou de ajustes no cinturão protetor, o programa pode enfrentar novos fatos e propor teorias que solucionem essas inconsistências sem comprometer os princípios centrais do núcleo firme. Esse processo de ajuste possibilita a incorporação de novos dados empíricos e a adaptação frente a descobertas que, em princípio, poderiam parecer contraditórias ao programa. Assim, sem abrir mão do núcleo firme, o programa pode oferecer novas previsões e/ou explicações que mantêm sua relevância e potencial de crescimento, evitando que o programa seja considerado estagnado ou degenerativo. Dessa forma, a heurística negativa, longe de apenas defender, também abre espaço para a heurística positiva atuar, promovendo o avanço do conhecimento e mantendo o programa de pesquisa dentro de uma trajetória progressiva, enquanto preserva o núcleo firme.

A heurística negativa, embora desempenhe um papel crucial na solução de problemas e na proteção do programa de pesquisa, adquire um caráter reativo. Ela tem como função principal responder a desafios e anomalias que ameaçam o núcleo firme, mantendo a integridade do programa sem necessariamente promover avanços inovadores ou criativos. Esse papel de promover o progresso está mais intimamente ligado à heurística positiva, que não apenas resolve problemas, mas também se dedica àqueles que o próprio programa define como fundamentais para sua evolução. Assim, a heurística positiva não apenas mantém, mas também expande o poder preditivo e explicativo do programa. Dessa forma, a heurística negativa, se não acompanhada de uma estratégia criativa e propositiva, pode sinalizar a estagnação do programa. Em um programa degenerativo, as ações tendem a se concentrar em ajustes defensivos, enquanto, em um programa progressivo, a heurística positiva se destaca por incorporar ativamente novas previsões e expandir o conhecimento científico.

Ao aplicar a heurística negativa, os cientistas são encorajados a questionar as suposições básicas e as previsões de suas teorias, buscando evidências empíricas que possam refutá-las. Eles também são incentivados a explorar casos anômalos, fenômenos inesperados ou resultados inconsistentes que possam desafiar as expectativas teóricas. Para Neiva (2016),

A “heurística negativa”, noção que sintetiza os caminhos investigativos a serem evitados, impede a aplicação do *modus tollens* ao “núcleo

duro” do programa de pesquisa. (...) O *modus tollens* de refutação deve ser dirigido contra as hipóteses auxiliares, as “variantes refutáveis” que formam o “cinturão de proteção” em torno do núcleo, elas é que são testadas (Neiva, 2016, p. 252-253).

A heurística negativa também está relacionada à ideia de que o progresso científico ocorre por meio da resolução de problemas e da superação de obstáculos teóricos. Lakatos destaca a importância de enfrentar e resolver contradições e anomalias dentro de um programa de pesquisa. Essas contradições podem levar à revisão de elementos do programa de pesquisa, como a introdução de hipóteses auxiliares ou até mesmo a uma mudança fundamental no programa em si.

A heurística negativa em Lakatos também se relaciona com a noção de programas de pesquisa em competição. Conforme os cientistas avaliam teorias concorrentes, a heurística negativa desempenha um papel crucial na comparação das forças e fraquezas de cada programa, identificando os pontos problemáticos que podem levar à preferência por um programa sobre o outro. Em outras palavras, a heurística negativa é uma abordagem construtiva e progressiva na avaliação e no aprimoramento das teorias científicas. Para Bezerra: “Na metodologia dos programas de pesquisa, a heurística tem um caráter fortemente *content-specific*. Isto é, cada programa possui a sua própria heurística, adequada ao seu domínio de aplicação e às suas particularidades metodológicas” (Bezerra, 2004, p. 209). Ela incentiva os cientistas a questionar e desafiar suas próprias suposições teóricas, procurar evidências que as contradigam e propor modificações que melhorem a coerência e a consistência das teorias existentes. Para Lakatos (1989),

Um modelo é um conjunto de condições iniciais (possivelmente junto com algumas teorias observacionais) que se sabe que deve ser substituído durante o ulterior desenvolvimento do programa, e que inclusive se sabe como deve ser substituído (em maior ou menor medida) (Lakatos, 1989, p. 70).

Ao aplicar a heurística negativa, os cientistas são incentivados a buscar ativamente casos e evidências que possam refutar as previsões teóricas existentes. Essa abordagem desafia os cientistas a pensar criticamente, questionar suas próprias suposições e considerar alternativas que possam explicar melhor os fenômenos observados.

Cabe deixar claro que segundo Lakatos, o autêntico núcleo firme do programa realmente não nasce já dotado de toda sua força, e sim que se desenvolve lentamente através de um processo longo, preliminares de ensaios e erros (Vásquez, 2014, p. 42) [tradução nossa].

Podemos citar também, como uma característica da heurística negativa, a sua abordagem construtiva. Em vez de simplesmente descartar uma teoria diante de uma refutação, Lakatos sugere que os cientistas adotem uma postura mais flexível e reflexiva. Eles devem investigar a natureza das refutações, identificar os pontos problemáticos e buscar alternativas que possam solucionar ou superar as dificuldades encontradas.

Essa abordagem se alinha com a visão de que as teorias científicas são construções complexas e multifacetadas, compostas por uma rede de hipóteses, pressupostos e previsões. Portanto, a heurística negativa incentiva os cientistas a examinarem cada um desses elementos em busca de inconsistências internas ou contradições com os dados empíricos. Para Vásquez (2014):

Por exemplo, no programa de Newton a heurística negativa impede dirigir o *modus tollens* contra as três leis da dinâmica e contra a lei da gravitação. Este núcleo firme é irrefutável por decisão metodológica de seus defensores; as anomalias só permitem mudanças originais no cinturão protetor de hipóteses auxiliares observacionais e nas condições iniciais (Vásquez, 2014, p. 42) [tradução nossa].

Lakatos argumenta que as teorias científicas estão inseridas em programas de pesquisa mais amplos, que possuem um núcleo firme de pressupostos e uma série de hipóteses auxiliares. No contexto da heurística negativa, as hipóteses auxiliares desempenham um papel importante. Elas são formuladas para lidar com anomalias ou resultados contraditórios encontrados dentro de uma teoria, permitindo que os cientistas mantenham a coerência e a integridade do programa de pesquisa enquanto investigam as razões subjacentes às contradições observadas. Essas hipóteses auxiliares podem ser temporárias e sujeitas a revisões à medida que mais evidências são coletadas ou novas perspectivas teóricas surgem. Elas permitem que os cientistas continuem trabalhando dentro do programa de pesquisa enquanto investigam a causa das refutações e buscam soluções mais abrangentes e fundamentadas.

Em resumo, a distinção entre as duas heurísticas reflete os papéis complementares que desempenham no desenvolvimento de um programa de

pesquisa. Enquanto a heurística negativa opera como uma guardiã, protegendo o núcleo firme de refutações e assegurando sua estabilidade metodológica, a heurística positiva se dedica ao progresso do programa, apontando caminhos para o aprimoramento e a criação de novas hipóteses testáveis. Juntas, essas estratégias estabelecem um equilíbrio essencial entre a preservação e a inovação, permitindo que os programas de pesquisa enfrentem desafios e evoluam sem perder sua coerência teórica.

2.1.6 PROGRAMA DE PESQUISA PROGRESSIVO E DEGENERATIVO

De acordo com Lakatos, e conforme já mencionamos anteriormente, um programa capaz de dar conta de suas anomalias, transformando-as em corroborações ao programa de pesquisa e, além disso, que amplia o escopo de sua estrutura teórica (leis, condições gerais) e também o escopo empírico com o passar do tempo, pode ser considerado como um programa de pesquisa progressivo. Para Bezerra (2004),

A noção de progresso científico se torna bastante matizada em Lakatos. Segundo ele, os programas de pesquisa podem passar por fases progressivas e também por fases “degenerativas”. Basicamente, um programa de pesquisa se torna degenerativo quando perde a capacidade de antecipar fatos novos, e só consegue explicá-los a posteriori (e principalmente por meio de modificações *ad hoc*) (Bezerra, 2004, p. 209).

Segundo Lakatos, quando "Newton publicou os seus Princípios, era do conhecimento geral que nem sequer o movimento da Lua ele conseguia explicar corretamente; de fato, o movimento lunar refutava Newton" (Lakatos, 1978, p. 17). No entanto, também segundo Lakatos, "Newton desprezava as pessoas que, à semelhança de Hooke, tropeçavam num primeiro modelo ingênuo, mas não tinham a tenacidade nem capacidade para desenvolvê-lo e transformá-lo num programa de pesquisa" (Lakatos, 1979, p. 166). Segundo Lakatos, Newton simplesmente não desistiu de sua pesquisa quando seu programa se deparou com anomalias, durante seu desenvolvimento.

Lakatos ainda aponta um caso semelhante da teoria de Einstein, a saber: "Kaufmann, um físico eminente, refutou a teoria da relatividade de Einstein no próprio

ano em que foi publicada" (Lakatos, 1978, p.17). Em ambos os casos, o que se percebe é que os programas continuaram a se desenvolver, se caracterizando, assim, como programas progressivos. Ambos os programas, à luz da metodologia dos programas de pesquisa apresentada por Lakatos, foram capazes de uma transferência de problemas teoricamente progressiva, e também, de uma transferência de problemas empiricamente progressiva.

Quanto à transferência progressiva de problemas em um programa de pesquisa, isso ocorre quando um programa de pesquisa bem-sucedido é capaz de abordar e resolver problemas que originalmente estavam fora de seu escopo. A transferência progressiva ocorre quando um programa de pesquisa bem-sucedido é capaz de incorporar métodos, resultados e abordagens para lidar com esses problemas. Em vez de simplesmente abandonar ou rejeitar os problemas como insolúveis, o programa de pesquisa busca expandir sua estrutura teórica e metodológica para acomodar os novos desafios. Essa transferência progressiva pode envolver a adoção de conceitos ou técnicas de outras teorias, ou a reformulação dos pressupostos existentes para incluir a explicação dos problemas anteriormente não abordados.

A ideia central é que a incorporação de soluções de outras teorias permite ao programa de pesquisa ampliar seu escopo e eficácia, fornecendo respostas mais completas e abrangentes para uma variedade de problemas. No entanto, é importante ressaltar que a transferência progressiva não é um processo automático ou garantido. Ela depende da capacidade do programa de pesquisa de acomodar as novas informações e problemas de maneira consistente com seus princípios fundamentais. Além disso, a transferência progressiva também está sujeita a críticas e revisões, uma vez que os novos elementos incorporados podem gerar novas anomalias ou desafios.

Tomemos novamente, por exemplo, o caso do programa de Newton,

Newton desenvolveu o programa para um número maior de planetas, como se houvesse apenas forças heliocêntricas, mas não houvesse forças interplanetárias. Ato contínuo, desenvolveu a hipótese de não serem o Sol e os planetas pontos-massa, mas bolas-massa. E para essa mudança tampouco precisou da observação de uma anomalia; a densidade infinita era proibida por uma teoria (não-expressa) que servia de critério e, por conseguinte, os planetas tinham que ter extensão. A mudança supunha consideráveis dificuldades matemáticas, retardou o trabalho de Newton — e atrasou a publicação dos *Principia* por mais de um decênio. Tendo solucionado esse "enigma", ele pôs-se a trabalhar em esferas giratórias e suas

oscilações. A seguir, admitiu a existência 'de forças interplanetárias e começou a trabalhar em perturbações. Nesse ponto principiou a olhar com maior ansiedade para os fatos. Muitos eram magnificamente explicados (qualitativamente) pelo modelo, muitos não o eram. Foi então que começou a trabalhar com planetas irregulares, em lugar de planetas redondos, etc (Lakatos, 1965, p. 166).

A progressividade de um programa de pesquisa, exemplificada pelo desenvolvimento do programa de Newton em seu estudo do sistema planetário, é evidente na maneira como ele ajustou e expandiu seu modelo diante de novas complexidades. Inicialmente, Newton formulou o programa com uma simplificação, considerando apenas as forças heliocêntricas e ignorando as forças interplanetárias. No entanto, essa abordagem não perdurou, levando Newton a desenvolver a hipótese de que tanto o Sol quanto os planetas possuíam extensão física, um desafio significativo em termos matemáticos. Essa mudança, embora não tenha sido provocada por uma anomalia observada, refletia uma progressão na compreensão do sistema. Ao enfrentar a complexidade das esferas giratórias e oscilações, Newton admitiu a existência de forças interplanetárias, introduzindo perturbações ao modelo. À medida que confrontava os fatos com maior detalhe, passou a considerar planetas irregulares, em vez de assumir a forma esférica. Esse processo iterativo de refinamento e expansão demonstra a capacidade de um programa de pesquisa de evoluir e progredir, incorporando insights teóricos e ajustando-se para abordar desafios crescentes.

2.1.6.1 Conteúdo Empírico Excedente

O conteúdo empírico excedente refere-se a previsões e resultados observacionais que vão além do que é diretamente derivado do núcleo firme de um programa de pesquisa. Essas previsões e resultados representam informações adicionais e inesperadas, ultrapassando as expectativas iniciais do programa. Como afirma Feyerabend: “É chamado de ‘degenerado’ se não faz tais previsões, mas fica reduzido a absorver o material descoberto com a ajuda dos rivais” (Feyerabend, 1975, p. 11) [tradução nossa]. Essa noção é fundamental na abordagem de Lakatos para compreender o progresso científico e a dinâmica dos programas de pesquisa.

Quando um programa não faz previsões independentes e se limita a assimilar informações descobertas por programas concorrentes, ocorre uma estagnação em sua capacidade preditiva e explicativa. Nesse cenário, o programa se torna dependente das contribuições dos rivais para se manter relevante. A noção de degeneração ressalta, portanto, a importância da autonomia e da capacidade de um programa de pesquisa gerar previsões originais como critérios essenciais para a avaliação de seu vigor científico.

Lakatos argumenta que o conteúdo empírico excedente desempenha um papel crucial no desenvolvimento dos programas de pesquisa e da ciência como um todo. Segundo ele, um programa de pesquisa saudável e progressivo deve ser capaz de gerar previsões inovadoras e corretas que extrapolem o núcleo firme e o cinturão protetor. Essas previsões inesperadas e os resultados observacionais adicionais são essenciais para a expansão e o refinamento do programa. Assim, o conteúdo empírico excedente desafia constantemente os limites de um programa de pesquisa. Se as previsões adicionais se mostrarem consistentes com a evidência empírica, o programa se fortalece e aumenta sua confiabilidade. Por outro lado, se forem sistematicamente refutadas, pode haver uma crise no programa, exigindo revisões fundamentais ou até mesmo sua substituição por um novo programa.

O conceito de conteúdo empírico excedente enfatiza a importância da criatividade e da abertura a resultados inesperados na pesquisa científica. Ele reconhece que a ciência não avança apenas por meio de confirmações diretas e previsões óbvias, mas também pela exploração de territórios desconhecidos e pela disposição de enfrentar desafios empíricos imprevistos.

Para Arthur e Peduzzi (2013),

Não se trata de propormos uma teoria e a Natureza poder gritar “NÃO”; trata-se de propormos um emaranhado de teorias e a Natureza poder gritar “INCOMPATÍVEIS”. Ao gritar “incompatíveis”, a Natureza estará, portanto, indicando caminhos para uma escolha entre os programas (Arthur & Peduzzi, 2013, p. 4).

Essa citação ressalta a compreensão de que o desenvolvimento científico envolve a confrontação de programas de pesquisa concorrentes. Quando a “natureza” indica incompatibilidades entre esses programas, ela, de certa forma, oferece um guia para a escolha entre eles. Nesse contexto, o conteúdo empírico excedente representa o acúmulo de evidências que favorece um programa em detrimento de outro,

influenciando a direção do progresso científico. Assim, ao revelar inconsistências ou compatibilidades, a “natureza” delinea caminhos para a seleção racional entre os diversos emaranhados teóricos propostos.

Ao considerar o conceito de conteúdo empírico excedente, é essencial destacar que ele não deve ser confundido com casos isolados que podem surgir em qualquer programa de pesquisa. O conteúdo empírico excedente vai além de simples exceções, pois oferece resultados consistentes e significativos que não poderiam ser previstos diretamente a partir das suposições básicas do programa. Essas previsões excedentes podem assumir diferentes formas, como a identificação de novos fenômenos, a descoberta de padrões inesperados ou a formulação de explicações alternativas para fenômenos já conhecidos. Em alguns casos, esse conteúdo pode até mesmo desafiar teorias estabelecidas, provocando mudanças na comunidade científica.

Lakatos distingue entre dois tipos de conteúdo empírico excedente: corroborado e não corroborado. O conteúdo empírico excedente corroborado refere-se a previsões adicionais ou resultados observacionais confirmados por evidências empíricas. Essas previsões têm respaldo na observação e na experimentação, o que fortalece o programa de pesquisa. A confirmação do conteúdo empírico excedente corroborado aumenta a confiança na capacidade explicativa do programa, demonstrando sua aptidão para se adaptar e lidar com fenômenos inesperados.

Por outro lado, o conteúdo empírico excedente não corroborado diz respeito a previsões ou resultados observacionais adicionais que ainda não foram confirmados ou que foram sistematicamente refutados. A ausência de suporte empírico para essas previsões pode gerar questionamentos sobre a capacidade do programa de pesquisa de lidar com fenômenos além do seu núcleo firme. Entretanto, conforme apontam Arthur e Peduzzi, “(...) o que irá definir seu abandono será a existência de um outro programa com maior capacidade explicativa e preditiva” (Arthur & Peduzzi, 2013, p. 4).

A distinção entre conteúdo empírico excedente corroborado e não corroborado é crucial para avaliar a solidez e a eficácia de um programa de pesquisa. A corroboração reforça sua confiabilidade, indicando que ele consegue se ajustar e se expandir diante de novos desafios empíricos. Por outro lado, a falta de corroboração pode revelar limitações ou problemas no programa, exigindo uma revisão mais aprofundada de suas hipóteses auxiliares.

Contudo, a não corroboração do conteúdo empírico excedente não implica necessariamente na falência total do programa de pesquisa. Como a ciência está em constante evolução, nem todas as previsões excedentes podem ser confirmadas de imediato. Em muitos casos, a ausência de corroboração leva a ajustes nas hipóteses auxiliares e na metodologia do programa, permitindo uma reestruturação que leve em conta novas evidências e teorias adicionais.

2.1.6.2 Progressividade teórica e progressividade empírica

No modelo proposto por Lakatos, a progressividade teórica de um programa ocorre quando cada nova teoria desse programa apresenta um conteúdo empírico adicional em relação à sua predecessora, ou seja, quando é capaz de prever fatos novos e aumentar o conteúdo empírico do programa. Para Renner e Pessoa Jr.: “O progresso dos programas, como visto acima, inclui em sua concepção a transferência de problemas que não foram resolvidos de uma teoria do programa para uma nova teoria” (Renner & Pessoa Jr., 2016, p. 138).

Num primeiro momento Lakatos define um programa de pesquisa progressivo como sendo aquele que é teoricamente e empiricamente progressivo, e degenerativo caso contrário. Porém depois ele propõe uma definição mais fraca: um programa de pesquisa é progressivo quando apresenta progressividade teórica contínua – isto é, cada nova teoria aumenta o conteúdo empírico – mas a progressividade empírica pode se dar de maneira intermitente – ou seja, de vez em quando se constata, retrospectivamente, que o conteúdo empírico foi corroborado: não se exige que cada passo teórico novo produza imediatamente um novo fato corroborado (Bezerra, 2004, p. 209-210).

Lakatos define um programa progressivo como aquele que é tanto teórica quanto empiricamente progressivo, enquanto um programa degenerativo carece dessas características. Entretanto, mais adiante, Lakatos suaviza essa definição, sugerindo que um programa de pesquisa pode ser considerado progressivo mesmo que a progressividade empírica ocorra de maneira intermitente. A progressividade empírica, por sua vez, ocorre quando o conteúdo dessas teorias leva à descoberta de novos fatos. Já a progressividade teórica deve ser contínua, indicando que cada nova teoria introduzida acrescenta conteúdo empírico ao programa. No entanto, a validação empírica não precisa ocorrer imediatamente a cada passo teórico, permitindo

intervalos nos quais a confirmação retrospectiva do conteúdo empírico possa ocorrer. Essa distinção destaca a complexidade da dinâmica entre a evolução teórica e a confirmação empírica dos programas de pesquisa.

Lakatos considera também que, quando o desenvolvimento teórico de um programa fica restrito ao seu desenvolvimento empírico, ou seja, quando ele perde a capacidade de antecipar fatos novos e apenas consegue explicá-los *post hoc*, o programa entra em uma fase degenerativa. Assim, um programa de pesquisa é considerado progressivo enquanto o seu progresso teórico antecipa o seu desenvolvimento empírico, isto é, enquanto continua a fazer previsões de fatos novos. Para Bezerra: “Em resumo, diz Lakatos, um programa de pesquisa está progredindo quando seu crescimento teórico antecipa seu crescimento empírico, e está degenerando ou estagnando quando o crescimento teórico fica a reboque do crescimento empírico” (Bezerra, 2004, p. 210). Nesse contexto, a capacidade de predição desempenha um papel fundamental na classificação de um programa, conforme destacado por Lakatos.

O conteúdo empírico adicional não corroborado refere-se a previsões ou resultados observacionais que ainda não foram testados ou confirmados pela evidência empírica. Essas previsões excedentes podem ser conjecturas ou hipóteses adicionais que vão além do que é diretamente derivado do núcleo firme de um programa de pesquisa.

Existem várias razões pelas quais o conteúdo empírico adicional não corroborado pode permanecer sem testes. São elas: (1) Limitações tecnológicas: quando as previsões excedentes requerem tecnologias avançadas ou experimentos complexos que ainda não estão disponíveis ou não foram desenvolvidos. Isso pode dificultar ou atrasar a realização de testes empíricos. (2) Recursos financeiros limitados: quando a condução de experimentos e pesquisas requer recursos financeiros adequados. No caso de financiamento escasso, pode haver um atraso na realização de testes para confirmar ou refutar o conteúdo empírico adicional. (3) Prioridades de pesquisa: as comunidades científicas têm prioridades de pesquisa e recursos limitados, o que pode levar a um foco em outras áreas de estudo em detrimento do conteúdo empírico adicional. Isso pode resultar em uma demora para que as previsões sejam testadas. (4) Complexidade dos fenômenos: algumas previsões excedentes envolvem fenômenos complexos ou sutis que exigem

abordagens e métodos de pesquisa especializados. Essa complexidade pode atrasar os esforços para testar essas previsões. Lakatos (1965) exemplifica essa questão:

Um caso imaginário de mau comportamento planetário. Valendo-se da mecânica de Newton, da sua lei da gravitação, (N), e das condições iniciais aceitas, I, um físico da era pré-einsteiniana calcula o caminho de um “planetazinho” recém descoberto, p. Mas o planeta se desvia da trajetória calculada. O nosso físico newtoniano considera, acaso, que o desvio era proibido pela teoria de Newton e, portanto, uma vez estabelecido, refuta a teoria N? Não. Sugere que deve existir um planeta p', até então desconhecido, que perturba a trajetória de p. Calcula a massa, a órbita, etc., desse planeta hipotético e, em seguida, pede a um astrônomo experimental que teste sua hipótese. O planeta p' é tão pequeno que nem o maior dos telescópios disponíveis pode observá-lo: o astrônomo experimental solicita uma verba de pesquisa a fim de construir um telescópio ainda maior (Lakatos, 1965, p. 121).

Lakatos ilustra uma situação em que a teoria newtoniana da gravitação enfrenta um desafio observacional. Diante da discrepância entre as previsões teóricas e a trajetória observada de um novo planeta, o físico newtoniano não rejeita imediatamente a teoria de Newton, mas, em vez disso, propõe a existência de um planeta adicional, p' . Este é um exemplo claro da aplicação da heurística positiva no programa de pesquisa. Em vez de abandonar a teoria existente, o cientista expande o programa, introduzindo uma hipótese *ad hoc*, o planeta p' , para explicar as observações inconsistentes. Esse processo de ajuste e expansão visa preservar o núcleo firme do programa e proteger a teoria de falsificações imediatas. A busca por financiamento para construir um telescópio maior evidencia a dedicação do cientista ao desenvolvimento e à validação de sua hipótese, ilustrando o compromisso com a progressividade do programa de pesquisa.

“A ciência não tem problemas com hipóteses *ad hoc* quando mantêm a teoria progressiva, desde que mais cedo ou mais tarde elas sejam justificadas e explicadas” (Arthur & Peduzzi, 2015, p. 67). Nesse contexto, a aceitação temporária de soluções improvisadas, mesmo que inicialmente consideradas *ad hoc*, é considerada aceitável, desde que sirva como uma ponte para uma compreensão mais profunda no futuro. A ciência reconhece que, em certos estágios, é necessário recorrer a explicações provisórias para enfrentar desafios observacionais imediatos. O critério crucial reside na capacidade dessas hipóteses *ad hoc* de evoluir para explicações mais robustas e fundamentadas ao longo do tempo. Isso reflete uma abordagem pragmática que valoriza a capacidade de uma teoria de se adaptar, crescer e, eventualmente, fornecer

justificativas mais sólidas para suas construções teóricas. O episódio destaca a complexa dinâmica entre teoria e observação na evolução científica, onde desvios das previsões teóricas não necessariamente levam à rejeição imediata, mas podem motivar ajustes e expansões criativas dos programas de pesquisa.

O fato de o conteúdo empírico adicional não ter sido corroborado até determinado momento da pesquisa não implica em sua invalidade ou falseação automática. Essas previsões podem representar oportunidades de pesquisa emocionantes e desafiar as fronteiras do conhecimento científico, de acordo com Lakatos. No entanto, é necessário um esforço contínuo para conduzir pesquisas e experimentos que possam confirmar ou refutar essas previsões, de forma a expandir o conhecimento científico.

O conteúdo empírico adicional não corroborado, devido à falta de testes, representa uma área de investigação em que as previsões ou resultados observacionais ainda não foram confirmados pela evidência empírica. O desenvolvimento de tecnologias, a disponibilidade de recursos financeiros, as prioridades de pesquisa e a complexidade dos fenômenos são fatores que podem influenciar o tempo necessário para testar e validar esse conteúdo. O avanço científico depende também da contínua exploração e investigação dessas previsões não testadas.

Quando nos referimos ao conteúdo empírico adicional não corroborado devido à falta de testes, é importante reconhecer que essas previsões representam possibilidades especulativas que ainda estão em aberto para investigação científica. Embora não tenham sido confirmadas, elas podem oferecer novas perspectivas e desafios para a comunidade científica.

A ausência de comprovação não invalida automaticamente o conteúdo empírico adicional. Essas previsões podem desempenhar um papel importante na geração de novas questões de pesquisa, estímulo ao debate científico e direcionamento de futuras investigações. À medida que novas tecnologias se desenvolvem e novos recursos são disponibilizados, é possível que essas previsões sejam testadas e, eventualmente, corroboradas. Para Lakatos (1979),

A teoria de Einstein não é melhor que a de Newton porque a teoria de Newton foi "refutada" e a de Einstein não o foi; existem muitas "anomalias" conhecidas na teoria einsteiniana. A teoria de Einstein é melhor do que — isto é, representa progresso quando comparada com — a teoria de Newton no ano 1916 (isto é, as leis da dinâmica, a lei da

gravitação, o conjunto conhecido de condições iniciais; "menos" a lista de anomalias conhecidas, como o periélio de Mercúrio) porque explicava tudo que a teoria de Newton explicara com êxito, e explicava também, até certo ponto, algumas anomalias conhecidas e, além disso, proibia acontecimentos como a transmissão da luz ao longo de linhas retas perto de grandes massas, a cujo respeito a teoria de Newton nada dissera, mas que haviam sido permitidos por outras teorias científicas bem corroboradas do tempo; ademais, pelo menos parte do inesperado excedente de conteúdo einsteiniano era de fato corroborada (por exemplo, pelas experiências do eclipse) (Lakatos, 1979, p. 152).

A citação acima destaca como, para Lakatos, o programa de pesquisa de Einstein representa um avanço científico em relação à teoria de Newton. Lakatos argumenta que o progresso científico ocorre quando um programa de pesquisa consegue explicar tudo o que o programa anterior explicou com sucesso, ao mesmo tempo em que lida com anomalias conhecidas e oferece explicações adicionais.

A substituição de um programa de pesquisa nem sempre exige que o programa anterior tenha sido falsificado, conforme defendido por Popper. Em determinadas circunstâncias, a heurística positiva de um programa pode abrir caminhos para novos horizontes, apresentando teorias com maior capacidade de prever e explicar os fenômenos observados. Isso sugere uma clara indicação de que a teoria anterior deve ser substituída, pois representa uma reconstrução racional em conformidade com os princípios estabelecidos por Lakatos. No entanto, o próprio Lakatos admite que essa substituição não ocorre de maneira simples: "Nem a demonstração da inconsistência do lógico nem o veredito de anomalia do cientista experimental podem derrotar um programa de investigação dum só golpe" (Lakatos, 1978, p. 34).

Dentro dessa perspectiva, percebe-se que a substituição de um programa de pesquisa não ocorre de maneira imediata ou abrupta, mas sim ao longo do tempo, possivelmente ao longo de gerações. A comunidade científica, como um todo, muitas vezes não reconhece prontamente a necessidade de substituir um programa de pesquisa estabelecido, sendo necessária uma acumulação gradual de evidências e uma mudança lenta na percepção coletiva dos cientistas. Somente após um longo processo de avaliação e debate a comunidade científica eventualmente chega à conclusão de que um novo programa deve substituir o antigo. Assim, a transição de um programa para outro pode ser vista como um processo intergeracional, refletindo as complexas dinâmicas e resistências inerentes ao desenvolvimento da ciência.

No caso específico do exemplo, o programa de Einstein é considerado superior ao programa de Newton porque, além de manter a capacidade de explicar os fenômenos já compreendidos pela teoria newtoniana, aborda anomalias que Newton não conseguia explicar adequadamente. Além disso, a teoria de Einstein proíbe certos eventos que eram permitidos por outros programas bem corroborados da época, como a transmissão da luz ao longo de linhas retas próximas a grandes massas. Essa capacidade do programa de Einstein de enfrentar anomalias conhecidas e oferecer explicações adicionais é um aspecto crucial do progresso do programa de pesquisa para Lakatos.

A teoria de Einstein apresenta um conteúdo empírico excedente em relação à de Newton, pois explica fenômenos adicionais e vai além do que outros programas de pesquisa correntes eram capazes de explicar na época. Dessa forma, o exemplo ilustra como o programa de Einstein se encaixa na ideia de progresso dentro do modelo dos programas de pesquisa proposto por Lakatos. A capacidade do programa de enfrentar anomalias, fornecer explicações adicionais e ser corroborado em certa medida contribui para sua posição como um programa de pesquisa teórica e empiricamente progressivo.

Segundo Hacking, é “[...] fato indubitável, que poucos ousaram acentuar antes de Lakatos, que ‘a maioria das teorias nasce refutada’. Portanto, mesmo a consistência com os fatos conhecidos não é bom guia para uso futuro de uma teoria” (HACKING, 1979, p. 188) [tradução nossa]. A partir dessa afirmação, surge a seguinte questão: se todas as teorias já “nascem refutadas”, como um cientista adere a uma teoria e não à sua rival? Para Lakatos, a metodologia dos programas de pesquisa oferece os instrumentos necessários para inclinar a balança em direção a uma teoria, pois “[...] os cientistas tendem a aderir ao programa progressivo” (Lakatos, 1978, p. 19) e deixar de lado os programas degenerativos. Para ele, “O que realmente conta são as predições dramáticas, inesperadas, fantásticas: basta uma pequena dose delas para inclinar a balança; quando a teoria não acompanha os fatos, encontramos em face de programas de investigação degenerativos” (Lakatos, 1978, p. 19).

Alguns programas surgem justamente a partir de inconsistências, e essas inconsistências acabam servindo como base para futuras defesas. O que Lakatos observa não é o abandono imediato desses programas, mas sim uma suspensão temporária das críticas, pelo menos no que diz respeito à atenção dispensada pelo cientista a elas. Segundo Lakatos, teorias matemáticas, como a teoria dos conjuntos,

não foram abandonadas no início, e diversos avanços foram possíveis mediante a correção dessas teorias, permitindo que continuassem se desenvolvendo e progredindo, mesmo quando estavam envoltas em paradoxos lógicos. Assim, “Alguns dos programas de investigação, hoje em dia tidos em enorme estima pela comunidade científica, progrediram num oceano de anomalias” (Lakatos, 1978, p. 49).

Esses programas, longe de apresentarem plenitude desde o início, avançaram apoiados em uma heurística positiva que permitiu superar inconsistências e lacunas iniciais, refinando gradualmente suas proposições e ampliando seu escopo explicativo. A teoria dos conjuntos, por exemplo, foi inicialmente concebida em meio a paradoxos lógicos, mas, em vez de ser descartada, passou por um longo processo de ajustes, resultando em um progresso significativo para a matemática. Isso ilustra como a ciência não avança pela ausência de problemas, mas sim pela capacidade de enfrentá-los, testá-los e utilizá-los como base para novas descobertas.

O conceito de história interna e história externa, conforme proposto por Lakatos, permite uma análise mais abrangente da evolução científica ao considerar tanto os aspectos intrínsecos das teorias quanto os fatores externos que influenciam seu desenvolvimento. A história interna refere-se ao desenvolvimento lógico e metodológico de um programa de pesquisa, ou seja, à análise das ideias, hipóteses e avanços teóricos gerados dentro do próprio arcabouço científico. Já a história externa diz respeito ao contexto social, cultural, político e econômico no qual as teorias científicas são formuladas, debatidas e aceitas ou rejeitadas.

A relação entre essas duas histórias é recorrente e frequentemente complexa. Fatores externos, como o ambiente acadêmico, as relações institucionais e os vínculos identitários entre cientistas, podem exercer uma influência significativa sobre a adesão a determinadas ideias ou programas de pesquisa, independentemente de sua robustez empírica. Um exemplo disso pode ser observado na defesa e disseminação das ideias de Darwin, cujo sucesso inicial foi favorecido não apenas pela força teórica de suas proposições, mas também por um círculo de pensadores influentes que, apesar de algumas lacunas nas ideias darwinianas à época, atuaram como importantes defensores de sua teoria.

Esse diálogo entre a história interna e a história externa levanta questões sobre como o progresso científico pode ser moldado por interesses sociais, dinâmicas de poder ou até mesmo fatores identitários, como a adesão de alunos às ideias de seus professores ou a fidelidade institucional a certos paradigmas. Esses vínculos podem

contribuir para a estabilidade ou perpetuação de um programa, mesmo diante de refutações ou lacunas evidentes.

Essas dinâmicas entre os fatores internos e externos da ciência serão aprofundadas na próxima seção, onde se explorará como a abordagem lakatosiana pode oferecer uma estrutura crítica para compreender o impacto dessas influências no avanço do conhecimento científico.

2.1.7 RACIONALIDADE, HISTÓRIA INTERNA E EXTERNA

A forma como os cientistas enfrentam as anomalias dentro dos programas de pesquisa está intimamente conectada ao conceito de racionalidade desenvolvido por Lakatos. Assim, de acordo com os programas de pesquisa, o conceito de racionalidade está intrinsecamente ligado à maneira como os cientistas operam dentro desses programas. Para Lakatos, a racionalidade científica não se limita à correspondência entre teoria e evidências empíricas, mas envolve a capacidade de um programa de pesquisa gerar previsões, explicar fenômenos e se adaptar diante de anomalias e desafios.

Podemos afirmar que um programa de pesquisa é considerado racional quando consegue antecipar e explicar fenômenos, além de apresentar um poder preditivo consistente. Além disso, é evidenciada pela habilidade do programa em se adaptar e ajustar suas teorias e hipóteses para lidar com anomalias. Lakatos enfatiza que a racionalidade não se restringe a um programa específico, mas sim a um contexto de competição entre programas rivais. Ela está associada à preferência por programas mais progressivos, ou seja, aqueles que conseguem explicar um maior número de fatos e fenômenos em comparação com seus concorrentes. Envolve, portanto, a capacidade de um programa de antecipar, explicar e se adaptar diante de fenômenos e anomalias.

Para Borges Neto (2022),

Lakatos tem o cuidado, no entanto, de não pretender impor regras metodológicas para a atividade científica vigente, voltando-se exclusivamente para a investigação do passado (seu modelo é rigorosamente historiográfico). Ele tem claro que não existem regras que nos possam dizer quais os melhores passos a serem dados no presente para obter o progresso no futuro. As regras metodológicas que esperaríamos encontrar no pensamento de Lakatos são as várias

heurísticas que os programas assumem. Ao invés de entender a metodologia como uma coleção de regras e/ou de estratégias, teoricamente neutras, que levariam ao conhecimento, ele assume que cada programa tem sua própria metodologia (heurística). Deste modo, Lakatos foge de uma proposta de metodologia universal em favor de uma proposta de metodologias locais, dadas por convenção (Borges Neto, 2022, p. 9).

A reconstrução racional em Lakatos envolve a identificação e análise das principais teorias, hipóteses, conceitos e métodos utilizados dentro de um programa de pesquisa. Ela busca compreender como esses elementos se relacionam entre si e como contribuem para a evolução do programa ao longo do tempo. Lakatos argumenta que é possível estabelecer uma hierarquia entre os programas com base em critérios de progressividade, como a capacidade de antecipar novos fenômenos, explicar anomalias e fornecer uma estrutura teórica mais abrangente e coerente.

Há uma distinção entre história interna e história externa em Lakatos, relacionada à racionalidade proposta pelo autor. Para Borges Neto (2022),

Distinção interno/externo. Normalmente considera-se que a história externa diz respeito a fatores que nada têm a ver diretamente com a ciência (fatores econômicos, sociais e tecnológicos) e a história interna diz respeito às ideias propriamente científicas (levando em consideração as motivações dos cientistas, seus mecanismos de comunicação e suas linhas de ação intelectual) (Borges Neto, 2022, p. 10).

A história interna é a reconstrução racional que envolve mais elementos, pois se trata de uma análise da ciência a partir de critérios cognitivos, internos à ciência, como simplicidade, coerência, entre outros. Dessa forma, ela não envolve elementos externos, como análise política, aplicabilidade, pressão social, etc. A história interna dos programas de pesquisa é um aspecto central na abordagem de Imre Lakatos, que enfatiza a importância de examinar o desenvolvimento histórico de um programa de pesquisa para entender sua dinâmica e avaliar seu progresso científico.

Lakatos considera a história interna de um programa de pesquisa como composta por mudanças teóricas e ajustes metodológicos que ocorrem ao longo do tempo. Essas mudanças são impulsionadas pelas heurísticas e também por desafios empíricos, anomalias e problemas teóricos encontrados durante a aplicação do programa. Ao analisar a história interna de um programa de pesquisa, é possível identificar os momentos em que novas hipóteses auxiliares foram propostas para lidar com as anomalias e avançar na compreensão do fenômeno em estudo. Esses

momentos de mudança teórica são fundamentais para o progresso do programa. Além disso, a história interna também revela as interações entre diferentes pesquisadores e suas contribuições para o desenvolvimento do programa de pesquisa. Lakatos destaca a importância das discussões, debates e críticas dentro da comunidade científica para a evolução dos programas de pesquisa.

Ao examinar a história interna de um programa de pesquisa, os pesquisadores podem identificar padrões de progresso, como a capacidade do programa de lidar com anomalias, gerar novas hipóteses auxiliares e fazer previsões precisas. Essa análise permite uma avaliação mais completa do programa e contribui para a compreensão da racionalidade científica dentro do contexto específico. Essas mudanças teóricas e ajustes metodológicos podem ocorrer em momentos de crise, quando uma teoria de um programa é confrontada com anomalias significativas que desafiam sua validade. Durante essas crises, os cientistas são levados a propor novas hipóteses auxiliares ou a modificar as existentes, a fim de “resolver” as anomalias e manter o programa de pesquisa em funcionamento.

Para Lakatos, as reconstruções racionais devem ser complementadas por teorias externas empíricas, ou o que Lakatos delimitou como história externa, que compreende os fatores externos que influenciam no processo de substituição dos programas de pesquisa, como, por exemplo, fatores sociais, econômicos, entre outros. Ao considerar a história externa, os pesquisadores podem entender melhor as forças sociais, políticas e culturais que moldam a ciência e afetam o progresso dos programas de pesquisa. Isso proporciona uma visão mais completa e contextualizada do desenvolvimento científico. Nesse contexto, as restrições financeiras e institucionais podem moldar a direção da pesquisa, direcionando recursos para certas áreas e limitando o escopo de investigação. As demandas da sociedade também podem desempenhar um papel na escolha dos tópicos de pesquisa e nas prioridades científicas. Além disso, as mudanças nas políticas governamentais e as visões políticas e ideológicas da época podem influenciar o apoio e o financiamento para determinados programas de pesquisa, afetando sua viabilidade e desenvolvimento.

A história externa também inclui a interação entre diferentes programas de pesquisa e a competição entre eles. À medida que os programas competem por recursos e reconhecimento, podem ocorrer mudanças e ajustes importantes em suas abordagens teóricas e metodológicas. Essa competição leva a avanços significativos na ciência, à medida que os programas buscam superar as limitações uns dos outros.

Além disso, os pesquisadores podem compreender melhor como fatores externos influenciam a dinâmica dos programas de pesquisa e o progresso da ciência como um todo. Isso inclui a compreensão de como decisões políticas, mudanças sociais e influências culturais afetam o direcionamento da pesquisa e as escolhas teóricas feitas pelos cientistas.

Assim a história da ciência é, para Lakatos, sempre mais rica do que meramente uma reconstrução racional nos termos da história interna. Para Lakatos (1978),

A história externa fornece quer uma explicação não racional da velocidade, localização, seletividade, etc., dos acontecimentos históricos tais como são interpretados em termos da história interna; quer, quando a história difere da sua reconstrução racional, uma explicação empírica para essa diferença (Lakatos, 1978, p. 40).

Para Lakatos, os aspectos sociais e históricos podem influenciar o desenvolvimento da ciência, mas não têm o mesmo impacto determinante que os critérios metodológicos e a lógica interna de um programa de pesquisa. Assim, embora seja possível identificar algum grau de proximidade entre suas perspectivas, é essencial destacar o distanciamento entre eles quanto à importância atribuída ao papel desses elementos no avanço da ciência.

A metodologia proposta por Lakatos também aborda, como dito anteriormente, a disputa de anterioridade existente entre alguns programas rivais. Segundo o autor, essas disputas são problemas vitais internos, pois saber qual programa antecipou primeiro um fato novo assume uma importância extrema para a apreciação racional.

Lakatos expõe ainda a rivalidade teórica da “história interna” em contraste com a rivalidade empírica da “história externa” dos programas de pesquisa. Contudo, a história externa sempre será secundária, sendo a história interna primária, pois é a história interna que define os problemas a serem solucionados pela história externa.

Entretanto, ao tratar das reconstruções históricas da ciência propostas por Lakatos, devemos ter o devido cuidado com sua compreensão, pois elas visam destacar a racionalidade subjacente ao progresso científico e não oferecer uma narrativa puramente empírica dos eventos históricos. Ao sugerir que o historiador deve "recontar" os processos de uma teoria, Lakatos não propõe uma distorção conveniente da história, mas sim uma reconstrução racional que explica como um programa de pesquisa científico foi capaz de sobreviver, prosperar ou eventualmente decair. Seu

objetivo é evidenciar que o desenvolvimento científico, longe de ser caótico ou aleatório, segue uma lógica interna de progresso ou degeneração, guiado por heurísticas positivas e negativas.

Em sua metodologia dos programas de pesquisa, Lakatos entende que o avanço científico é um processo histórico com base racional, onde o desenvolvimento de teorias não é impulsionado por episódios isolados, mas por uma série de decisões metodológicas coerentes. Ao reconstruir essa racionalidade, ele nos oferece uma maneira de entender como certas teorias conseguiram superar anomalias e expandir o conhecimento científico, enquanto outras estagnaram ou foram abandonadas. Essa abordagem não deve ser vista como uma reinterpretação arbitrária da história, mas como um esforço para mostrar o fio condutor da racionalidade científica ao longo do tempo.

CAPÍTULO 3: ANÁLISE LAKATOSIANA DA TEORIA SINTÉTICA E DA SÍNTESE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO

3.1 O PROGRAMA DE DARWIN À LUZ DA FILOSOFIA DE LAKATOS

Conforme o artigo “Epistemologia de Lakatos e as proposições atuais da evolução biológica” publicado pela Revista Valore em 2021, há um desafio para biologia em explicar a diversidade do mundo vivo por meio da evolução biológica. No entanto, é consenso que a evolução ocorre por mudanças hereditárias ao longo das gerações.

A teoria darwinista emerge como uma resposta intrigante ao elucidar a vasta diversidade presente no mundo vivo. Ao apresentar sua teoria da evolução pela seleção natural, Charles Darwin ofereceu uma nova perspectiva sobre como as espécies se transformam ao longo do tempo. As mudanças hereditárias, a seleção natural e a adaptação ao ambiente são conceitos fundamentais que compõem a estrutura da teoria, fornecendo uma explicação coerente para a notável variedade de formas de vida observada na natureza. Nesse sentido, a teoria evolutiva de Darwin contribui significativamente para dar sentido à complexidade e diversidade que caracteriza o mundo biológico.

Para Almeida e El-Hani, "Desde a sua apresentação inicial em *A origem das espécies* (Darwin, 1859), a teoria darwinista da evolução sofreu diversas modificações" (Almeida & El-Hani, 2010, p. 9) e passou por uma evolução própria no contexto científico. Desde sua formulação inicial, a teoria sofreu alterações, refinamentos e expansões, resultado do acúmulo de evidências empíricas, avanços na genética, contribuições de outros campos da biologia, entre outros fatores.

As modificações no programa darwinista não representam uma fragilidade conceitual, mas sim a natureza dinâmica e progressiva da ciência. As atualizações na teoria são reflexos da capacidade da comunidade científica de integrar novos conhecimentos, responder a desafios e aprimorar a compreensão da evolução biológica ao longo do tempo. Esse processo contínuo de revisão e expansão destaca a vitalidade e a adaptabilidade da teoria darwinista diante do constante avanço do conhecimento científico. Para Almeida e El-Hani (2010),

Apesar de tais mudanças, uma série de legados dos trabalhos de Darwin permanece central no pensamento evolutivo até hoje, tais

como: (1) os argumentos convincentes sobre a realidade da transformação das espécies ao longo do tempo, ou seja, sobre a ideia de evolução que Darwin reuniu em seu livro; (2) a proposta da seleção natural como mecanismo da mudança evolutiva, cuja autoria ele compartilha com o naturalista Alfred Russel Wallace; e (3) a ideia de ancestralidade comum e, logo, a narrativa da evolução como um processo aberto, contingente, sem meta ou objetivo definido, que se mostrou uma das contribuições de Darwin de apreensão mais difícil (Almeida & El-Hani, 2010, p. 9).

O terceiro ponto da citação acima destaca-se como uma das contribuições mais desafiadoras e inovadoras do pensamento darwinista. Darwin buscou uma nova forma de compreensão da diversidade da vida ao postular que todas as formas de vida compartilham um ancestral comum. Essa visão rompeu com as concepções anteriores, que sugeriam uma progressão linear e hierárquica na natureza. A noção de uma narrativa evolutiva aberta e contingente, sem um destino predefinido, redefiniu nossa compreensão do processo evolutivo, permitindo uma apreciação mais flexível e dinâmica da complexidade biológica. Para Almeida e El-Hani, "De fato, não é possível identificar uma visão adaptacionista antes do surgimento do darwinismo" (Almeida & El-Hani, 2010, p. 22). Darwin, assim, proporcionou uma contribuição de profunda inovação, moldando o modo como percebemos a evolução até os dias de hoje.

Para Alsina, "O darwinismo é também um programa de pesquisa, com a seleção natural e o gradualismo (grandes mudanças são o resultado da acumulação de muitas pequenas mudanças) como seu núcleo ou centro firme" (Alsina, 2023, p. 6) [tradução nossa]. Assim, o darwinismo é, intrinsecamente, mais do que uma teoria; é um programa de pesquisa enraizado na visão apresentada por Charles Darwin. No núcleo firme desse programa estão dois princípios fundamentais: a seleção natural e o gradualismo.

A seleção natural, um dos pilares do darwinismo, postula que as características vantajosas para a sobrevivência são mais propensas a ser transmitidas às gerações subsequentes, impulsionando, assim, a evolução. Ao lado disso, o gradualismo reflete a ideia de que mudanças significativas na biologia das espécies resultam da acumulação constante de pequenas mudanças ao longo do tempo. Esses elementos não apenas moldaram a teoria evolutiva, mas também estabeleceram um programa de pesquisa que orientou as investigações na biologia evolutiva, delineando um

caminho para compreender a diversidade da vida através de um processo contínuo e graduado de transformação. Para Bowler (1985),

No entanto, esse darwinismo original pode ser caracterizado como um programa de pesquisa mal definido. Em primeiro lugar, seu núcleo ou centro firme parece ser algo vago, pois admite outros mecanismos de mudança além da seleção natural (Darwin admitia a herança de caracteres adquiridos) (Bowler, 1985, p. 36-37).

Ainda, de acordo com Alsina (2023),

Além disso, a falta de uma teoria consistente da herança o impedia de explicar de forma conclusiva a origem da variação. Como a variação era essencial para que a seleção natural atuasse, era evidente que o edifício teórico do darwinismo original apresentava lacunas importantes (Alsina, 2023, p. 6-7). [tradução nossa]

É notável, por exemplo, que Darwin considerava a herança de caracteres adquiridos, o que adicionava uma complexidade considerável ao programa. Essa falta de definição clara no núcleo do darwinismo original, evidenciada pela aceitação de múltiplos mecanismos de mudança, destacou a evolução da teoria ao longo do tempo, sujeita a refinamentos e revisões à medida que a compreensão científica progredia.

Adicionalmente, a ausência de uma teoria coesa sobre a herança representava uma limitação significativa, impedindo Darwin de fornecer uma explicação conclusiva para a origem da variação. Dado que a variação constituía um elemento crucial para o funcionamento da seleção natural, tornava-se evidente que o arcabouço teórico do darwinismo inaugural apresentava lacunas consideráveis. Essa falta de clareza em relação aos mecanismos precisos pelos quais as características eram transmitidas entre gerações destacou uma área de fragilidade no programa de pesquisa original, instigando a necessidade de desenvolvimentos subsequentes na teoria evolutiva.

Podemos interpretar a teoria de Darwin do ponto de vista lakatosiano como um programa de pesquisa para novas descobertas na biologia. Ele se mostrou progressivo enquanto um programa de pesquisa, com sua capacidade de gerar previsões testáveis e acumular um conjunto substancial de evidências empíricas que vão além do que inicialmente foi previsto. Nesse contexto, a evolução do pensamento darwinista foi caracterizada por ajustes, desenvolvimentos e expansões contínuas, consolidando-se como um programa de pesquisa dinâmico e progressivo. Essa

adaptabilidade e capacidade de resposta aos desafios científicos contribuíram para a resiliência e longevidade do darwinismo como um quadro teórico evolutivo.

Quando Darwin propôs seu (agora considerado) programa de pesquisa, ele não apenas explicou a adaptação das espécies existentes, mas também previu a existência de estruturas vestigiais em animais, como o apêndice humano. Essa previsão excedente foi confirmada posteriormente por evidências observacionais, fortalecendo a teoria da evolução e demonstrando sua capacidade de gerar conhecimento além do que era inicialmente esperado.

O programa de pesquisa de Darwin, conhecido como teoria da evolução por seleção natural, apresenta exemplos interessantes de conteúdo empírico adicional que foram posteriormente corroborados. Sendo assim, destacam-se três desses exemplos: (1) Fósseis de transição: A teoria da evolução de Darwin previa a existência de fósseis de transição, que representam formas intermediárias entre espécies ancestrais e suas descendentes. Durante muitos anos, esses fósseis foram considerados como um conteúdo empírico adicional não corroborado. No entanto, ao longo do tempo, vários fósseis de transição foram descobertos e estudados, fornecendo evidências concretas da gradualidade da evolução. Um exemplo notável é o fóssil conhecido como *Archaeopteryx*, que possui características tanto de dinossauros terópodes quanto de aves modernas, fornecendo um elo intermediário entre esses grupos. (2) Anatomia comparada: A teoria de Darwin sugere que as espécies compartilham características comuns devido à descendência de um ancestral comum.

A anatomia comparada, ou seja, a comparação das estruturas corporais entre diferentes espécies, foi um conteúdo empírico adicional que inicialmente não era corroborado. No entanto, à medida que a pesquisa avançou, foram encontradas evidências claras de padrões anatômicos semelhantes entre espécies relacionadas. Por exemplo, a semelhança dos ossos dos membros anteriores de mamíferos, répteis e aves, apesar das funções diferentes, é um exemplo de evidência de ancestralidade comum e apoia a teoria evolutiva. (3) Vestígios evolutivos: A teoria de Darwin previa a existência de vestígios evolutivos, estruturas presentes em organismos que não desempenham uma função atualmente, mas que foram úteis em ancestrais.

Essas estruturas seriam remanescentes de um passado evolutivo. Um exemplo clássico são as asas vestigiais de aves não voadoras, como os avestruzes. Essas aves têm asas que não são funcionais para o voo, mas representam um vestígio de

seus ancestrais voadores. Esses vestígios evolutivos fornecem evidências do processo evolutivo ao longo do tempo.

Tais exemplos ilustram como o conteúdo empírico adicional do programa de pesquisa de Darwin, incluindo fósseis de transição, anatomia comparada e vestígios evolutivos, foi posteriormente corroborado por meio de evidências concretas. Eles demonstram como a teoria da evolução por seleção natural de Darwin se tornou uma das bases fundamentais da biologia moderna, ao explicar a diversidade de formas de vida e a relação entre as espécies. Como destaca Alsina: "O grande sucesso desse darwinismo inicial foi convencer a imensa maioria da comunidade científica da realidade da evolução" (Alsina, 2023, p. 7) [tradução nossa].

Assim, identificar-se como darwinista, nesse contexto, implicava, em grande medida, reconhecer a evolução, mesmo que não se subscrevesse integralmente às ideias de Darwin, permitindo certa flexibilidade quanto ao entendimento do mecanismo subjacente. Contudo, à medida que o sucesso inicial se consolidava, começaram a surgir desafios quando cientistas, já convencidos da evolução, passaram a explorar alternativas à seleção natural. Essa fase marcante na história do darwinismo destaca a complexidade do cenário científico, onde a aceitação da evolução não garantia uniformidade na interpretação dos mecanismos evolutivos. A diversidade de abordagens reflete a natureza dinâmica do pensamento científico e a busca constante por compreensões mais abrangentes e precisas da evolução biológica.

Segundo Almeida e El-Hani (2010),

Para muitos cientistas do final do século XIX, restavam dúvidas sobre o papel da seleção natural (BOWLER, 1983, 2003). Entre as décadas de 1890 e 1920, várias teorias evolucionistas explicitamente antidarwinistas, que negavam o papel da seleção natural no processo evolutivo, foram populares entre os cientistas. Nesse período, a aceitação da teoria darwinista diminuiu tanto que o historiador da biologia Peter Bowler o denomina "*eclipse do darwinismo*" (Almeida & El-Hani, 2010, p. 10) [grifo do autor].

Segundo Alsina, "Um fator importante nessa crise do darwinismo foram os cálculos de Lord Kelvin sobre a idade da Terra com base no estudo de seu resfriamento" (Alsina, 2023, p. 7) [tradução nossa]. A crise no darwinismo foi substancialmente influenciada pelos cálculos de Lord Kelvin sobre a idade da Terra, baseados em estudos sobre seu resfriamento. Conforme esses cálculos, a Terra parecia não dispor de idade suficiente para abrigar o processo evolutivo por meio da

seleção natural. Essa conclusão estava alinhada com o modelo uniformitarista, originado na geologia de Lyell, que postula a necessidade de vastos períodos temporais para possibilitar mudanças substanciais pela seleção natural.

Como Alsina observa, "Mais tarde, percebeu-se que os cálculos de Lord Kelvin estavam errados, pois não levavam em conta a radioatividade como fonte de calor que retardava o resfriamento da Terra" (Alsina, 2023, p. 7) [tradução nossa]. Apesar da significativa anomalia causada pelos cálculos de Kelvin sobre a idade da Terra, o programa darwinista demonstrou resiliência e progresso. A crise gerada por esses cálculos, que indicavam a insuficiência temporal para a evolução por meio da seleção natural, desafiou os fundamentos do darwinismo. Contudo, mais tarde, foi percebido que tais cálculos estavam equivocados, pois não consideravam a radioatividade como uma fonte de calor que retardava o resfriamento terrestre. Essa correção nos entendimentos reflete a capacidade do programa darwinista de se adaptar, corrigir falhas e avançar, superando obstáculos que poderiam ter comprometido sua integridade teórica.

O darwinismo, assim, manteve sua trajetória de progresso, consolidando-se como um arcabouço conceitual robusto na explicação da evolução biológica. Apesar de seu êxito inicial, o darwinismo se viu em competição com diversos programas de pesquisa que, embora reconhecessem o fato da evolução, apresentavam alternativas à explicação exclusiva da seleção natural.

Alsina (2023) aponta como programas rivais ao programa darwinista os seguintes:

Evolução teísta: A variação não ocorre ao acaso, mas de acordo com o desígnio divino que guia a evolução. Devido à sua relação com o providencialismo religioso, é discutível se pode ser considerado uma tradição de pesquisa. Lamarckismo: Apesar do nome, abrange apenas um aspecto da teoria de Lamarck - a herança de caracteres adquiridos. Ortogênese: Evolução direcionada em uma única direção por forças que se originam no interior do próprio organismo. Mutacionismo: Termo popularizado por Hugo de Vries, redescobridor das leis de Mendel, e associado ao mendelismo. A evolução ocorre pela aparição repentina de novas formas significativas (Alsina, 2023, p. 7-8). [tradução nossa]

A Evolução Teísta, o Lamarckismo, a Ortogênese e o Mutacionismo podem ser considerados programas de pesquisa concorrentes ao darwinismo, configurando um cenário competitivo conforme o modelo proposto por Lakatos. Enquanto a Evolução

Teísta incorpora a dimensão divina na explicação da evolução, o Lamarckismo propõe que a herança de características adquiridas seja o motor da evolução. A Ortogênese sugere uma evolução direcionada por forças internas aos organismos, enquanto o Mutacionismo, popularizado por Hugo de Vries, destaca a importância de mudanças súbitas e significativas. Cada um desses programas, com suas particularidades, representa desafios substanciais ao darwinismo, oferecendo uma visão pluralista e competitiva no campo científico, conforme delineado pelo modelo de programas de pesquisa de Lakatos.

3.2 O PROGRAMA DE PESQUISA DA TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO NA PERSPECTIVA DE LAKATOS

O ressurgimento do darwinismo ocorreu “[...] entretanto, com a síntese evolutiva dos anos 1930 e 1940, construída a partir de sua fusão com o mendelismo, na esteira de contribuições da genética de populações e dos estudos de naturalistas de campo” (Almeida & El-Hani, 2010, p. 10). Esse renascimento foi possível pela integração do darwinismo com os princípios mendelianos, solidificando-se com a incorporação das contribuições da genética de populações e dos estudos de naturalistas de campo. A teoria sintética da evolução, resultante dessa fusão, emergiu como um novo programa progressivo no campo da biologia evolutiva, consolidando-se a partir da década de 1940.

Conforme afirma Alsina (2023),

Sendo obra de vários autores, destacando-se Dobzhansky (*Genética e o surgimento das espécies*, 1973), Mayr (*A sistemática e o surgimento das espécies*, 1942), Huxley (*Evolução, a nova síntese*, 1942), Fischer (*Teoria genética da seleção natural*, 1930), Wright (*Evolução em populações mendelianas*, 1931), Haldane (*As causas da evolução*, 1932) e Simpson (*Tempo e modo na evolução*, 1944) (Alsina, 2023, p. 8). [tradução nossa]

Assim, cada um desses cientistas desempenhou um papel significativo na consolidação da teoria sintética da evolução. Dobzhansky, por exemplo, contribuiu com sua obra *Genética e o Surgimento das Espécies* (1973), enquanto Mayr trouxe importantes reflexões por meio de *A Sistemática e o Surgimento das Espécies* (1942).

Huxley, em sua obra *Evolução, a Nova Síntese* (1942), ofereceu insights que enriqueceram a compreensão evolutiva. Fischer, Wright, Haldane e Simpson, com suas respectivas obras, como *Teoria Genética da Seleção Natural* (1930), *Evolução em Populações Mendelianas* (1931), *As Causas da Evolução* (1932) e *Tempo e Modo na Evolução* (1944), também desempenharam papéis cruciais, fornecendo os alicerces científicos que solidificaram a síntese evolutiva. Esse trabalho colaborativo e complementar desses renomados cientistas foi essencial para a consolidação e aceitação da teoria sintética da evolução na biologia.

Na busca pelo núcleo firme da teoria sintética da evolução, é fundamental considerar os princípios que unificam os diversos elementos que a compõem. Construída a partir da colaboração de vários cientistas, essa teoria integra a genética mendeliana, os estudos de populações e a seleção natural em uma explicação abrangente para os padrões de mudança evolutiva. Segundo Zabotti *et al.*, “Evolução é a descendência com modificações de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns. Essa definição constitui o núcleo firme tanto da Teoria Sintética da Evolução quanto da Síntese Estendida” (Zabotti *et al.*, 2021, p. 1090). A definição de evolução apresentada na citação constitui o aspecto comum entre a Teoria Sintética da Evolução e a Síntese Estendida. Contudo, como será defendido, trata-se de dois programas de pesquisa distintos, e não de um único programa de pesquisa.

Ainda segundo Zabotti *et. al.* (2021) a Teoria Sintética da Evolução, consolida um consenso indiscutível na comunidade científica em relação a três princípios fundamentais no contexto atual, a saber,

1. a noção de que os seres vivos evoluem e essa evolução ocorre, segundo Darwin, por descendência com modificação; 2. a tese de que todos os seres vivos são aparentados entre si; e 3. o importante papel desempenhado pela seleção natural como mecanismo evolutivo (Zabotti, *et. al.*, 2021, p. 1090).

Esses alicerces, segundo Zabotti *et al.* (2021) são considerados consenso da comunidade científica em relação à teoria evolutiva contemporânea: a evolução dos seres vivos ocorre por meio de descendência com modificação, conforme proposto por Darwin; todos os seres vivos compartilham uma ancestralidade comum, destacando a interconexão evolutiva; e a seleção natural, de Darwin, desempenha um papel crucial na adaptação e transformação ao longo do tempo. Esses elementos

constituem o cinturão protetor de hipóteses auxiliares da Teoria Sintética da Evolução, oferecendo uma base robusta para a compreensão do processo evolutivo na biologia, enquanto questões mais periféricas continuam a ser exploradas e refinadas.

Alsina (2023) destaca que a teoria sintética da evolução possui um núcleo sólido, porém um pouco mais robusto. Para Alsina, a teoria sintética não se restringe apenas a esses princípios, mas, ao integrar a genética de populações e a teoria matemática, oferece uma estrutura axiomático-dedutiva que vai além da explicação da variabilidade genética. Essa ampliação permite que o programa de pesquisa se estenda a diversas disciplinas biológicas, constituindo um núcleo robusto que não apenas mantém sua integridade, mas também se fortalece diante de novos questionamentos e descobertas científicas.

Para Alsina (2023),

A seleção natural, atuando sobre a variedade produzida por mutações ao acaso, é a única causa da mudança evolutiva. O organismo individual é o único sujeito da seleção natural. Grandes mudanças evolutivas (macroevolução) são o resultado da acumulação de pequenas mudanças (microevolução) de forma gradualista (Alsina, 2023, p. 9). [tradução nossa]

Segundo Alsina (2023), a teoria sintética da evolução se fundamenta nos três princípios centrais apresentados no fragmento, que constituem seu núcleo firme. Em primeiro lugar, destaca-se a atuação da seleção natural, que, ao operar sobre a diversidade gerada por mutações aleatórias, se configura como a única força propulsora das mudanças evolutivas. Em seguida, ressalta-se que o organismo individual é o principal sujeito desse processo seletivo. Por fim, a teoria sintética postula que as grandes transformações evolutivas, também conhecidas como macroevolução, resultam da acumulação gradual e sistemática de pequenas mudanças, caracterizadas como microevolução.

Esses postulados, encapsulados no núcleo firme da teoria, delimitam o escopo de investigação e oferecem a base para uma abordagem axiomático-dedutiva, permitindo derivar outras disciplinas biológicas, como sistemática, paleontologia, morfologia e embriologia, a partir dos princípios fundamentais e da teoria matemática da genética de populações. Essa estrutura axiomática confere à teoria sintética da evolução uma fundamentação expansível, orientando uma variedade de campos na biologia.

Para Almeida e Falcão, “A Teoria Sintética da Evolução é considerada a teoria mais unificadora dentre todas as teorias biológicas. Antes dela, as diversas áreas das ciências biológicas eram independentes, reunidas fragmentariamente na chamada História Natural” (Almeida & Falcão, 2005, p. 17).

Percebe-se que o cinturão protetor da teoria sintética da evolução é erigido a partir da capacidade de derivar outras disciplinas biológicas a partir de seu núcleo firme. Mediante uma abordagem axiomático-dedutiva, fundamentada nos princípios do núcleo firme e na teoria matemática da genética de populações, emergem o cinturão protetor de hipóteses auxiliares, formado por outras disciplinas biológicas, como sistemática, paleontologia, morfologia, embriologia, entre outras. Esse cinturão protetor não só resguarda a integridade conceitual da evolução, mas também proporciona uma estrutura robusta e flexível que enriquece a compreensão biológica em diversos domínios científicos. Deste modo,

Tanto no Darwinismo quanto na Teoria Sintética da Evolução, o ambiente tradicionalmente foi abordado como um agente seletor, que atua na evolução adaptativa eliminando ou fixando fenótipos (e seus alelos) e, conseqüentemente, moldando uma população segundo as pressões impostas pelas interações bióticas e abióticas entre os organismos e o meio (Oliveira, *et. al.*, 2016, p. 325).

Essa perspectiva destaca o papel crucial do ambiente na evolução adaptativa, atuando ao eliminar ou fixar fenótipos, e, por extensão, seus alelos correspondentes. Dessa forma, as interações bióticas e abióticas entre os organismos e o meio ambiente desempenham um papel fundamental na modelagem das características de uma população ao longo do tempo. Essa visão compartilhada entre o Darwinismo e a Teoria Sintética da Evolução reforça a continuidade na compreensão do ambiente como um fator seletivo determinante na evolução das espécies.

No entanto, à medida que avançamos para os anos 1980, a teoria sintética não escapou do escrutínio crítico, tornando-se alvo de debates cada vez mais intensos. Novas descobertas e avanços tecnológicos trouxeram à tona questões que exigem revisões e ajustes, desafiando alguns aspectos da teoria. Esse período não apenas marcou uma consolidação, mas também uma fase de questionamento e refinamento, evidenciando a natureza dinâmica e adaptativa da ciência evolutiva. Para Alsina (2023),

É necessário esclarecer, no entanto, que os processos embriológicos não poderiam ser explicados a partir da teoria sintética da evolução e isso levou à formação de diferentes campos disciplinares, nomeadamente a embriologia que mais tarde se tornaria biologia animal. Há tanta coisa que esses campos disciplinares não compartilhavam que o surgimento do Evo-Devo foi o que colocou em xeque a teoria sintética (Alsina, 2023, p. 9). [tradução nossa]

É essencial destacar que os processos embriológicos, fundamentais para a compreensão do desenvolvimento biológico, apresentaram desafios à explicação fornecida pela teoria sintética da evolução. Essa lacuna levou à formação de campos disciplinares distintos, com a embriologia se destacando e, posteriormente, evoluindo para o campo mais amplo da biologia animal. Para Almeida e El-Hani, “Nas palavras de alguns pesquisadores do campo da evo-devo, estamos diante da perspectiva de uma síntese expandida (...) ou mais moderna” (Almeida & El-Hani, 2010, p. 12).

As disparidades entre essas disciplinas eram tão marcantes que o surgimento da Evo-Devo (Evolução do Desenvolvimento) tornou-se um questionamento substancial à abrangência da teoria sintética. Assim, “Esse novo modo de entender os mecanismos evolutivos decorreu, em parte, de avanços teóricos e empíricos na compreensão do desenvolvimento, que deram origem à biologia evolutiva do desenvolvimento” (Almeida & El-Hani, 2010, p. 12).

Ao integrar a evolução com os processos de desenvolvimento, a Evo-Devo introduziu novas perspectivas e considerações, desafiando, assim, certas limitações conceituais da teoria sintética da evolução. Esse desenvolvimento ilustra a dinâmica e a adaptabilidade da ciência, que responde a novas perguntas e desafios, permitindo o progresso contínuo na compreensão da evolução biológica. Para Almeida e El-Hani (2010),

A mudança teórica que, para alguns autores – entre os quais, nos incluímos –, vem ocorrendo na biologia evolutiva, tem como resultado, de acordo com Gould (2002), uma nova teoria darwinista da evolução (e não alguma teoria antidarwinista), na medida em que preserva o poder causal e explicativo da seleção natural (Almeida & El-Hani, 2010, p. 12).

É importante destacar que a transformação na biologia evolutiva não representa um rompimento com as ideias de Darwin, mas uma evolução conceitual que preserva o poder causal e explicativo da seleção natural. Nesse processo, surgiram programas de pesquisa distintos, criados para superar as limitações dos

anteriores: o Programa de Darwin, a Teoria Sintética da Evolução e, mais recentemente, a Síntese Estendida. Cada um desses programas representa um esforço para expandir o núcleo firme — conceito central na metodologia de Lakatos — e caracteriza mudanças fundamentais na estrutura teórica e metodológica que sustentam a biologia evolutiva. Dessa forma, pode-se ver a criação de novos programas de pesquisa. Essas alterações no núcleo firme evidenciam como a ciência evolutiva tem avançado de forma progressiva, refinando e ajustando suas bases teóricas para responder às novas questões e desafios que surgem ao longo do tempo.

3.3 ABORDANDO A SÍNTESE ESTENDIDA: UMA ANÁLISE À LUZ DOS PROGRAMAS DE PESQUISA

A Evo-Devo, ou biologia do desenvolvimento evolutivo, é uma abordagem que investiga as interações entre o desenvolvimento embrionário e os fatores ambientais. Essa perspectiva explora como os organismos evoluíram, considerando a integração de sinais ambientais com a trajetória convencional do seu desenvolvimento. Em outras palavras, a Evo-Devo busca entender de que maneira os fatores ambientais influenciam e moldam o processo de desenvolvimento dos organismos, ampliando assim a compreensão das relações entre as características biológicas e as pressões ambientais ao longo da evolução.

Para Almeida e El-Hali (2010),

Em nosso entendimento, essa nova visão da evolução dos seres vivos está comprometida com duas ideias fundamentais: (1) pluralismo de processos, de acordo com o qual, embora a seleção natural seja um importante mecanismo de mudança evolutiva, outros mecanismos também cumprem papéis importantes na evolução e, portanto, em sua explicação (...) (2) pluralismo de padrões, segundo o qual a árvore da vida não fornece um modelo apropriado para tratar das relações filogenéticas de todos os seres vivos, uma vez que, em alguns domínios, como o das bactérias, a transferência genética horizontal é tão preponderante que resulta num padrão reticulado, e não na série de separações dicotômicas de linhagens que resultaria numa árvore da vida (...). Aqui, nossa atenção estará voltada para o pluralismo de processos (Almeida & El-Hani, 2010, p. 12).

O avanço nos estudos evolutivos e as evidências emergentes apresentaram desafios aos conceitos estabelecidos pela Teoria Sintética da Evolução, levando ao

surgimento de um novo programa de pesquisa progressivo conhecido como Síntese Estendida da Evolução. Este programa “tem como núcleo firme a existência de processos envolvidos na diversificação dos seres vivos que vão além da seleção natural, ultrapassando a perspectiva de DNA centrista da Teoria Sintética” (Zabotti, *et al.*, 2021, p. 1091). O reconhecimento de processos fundamentais na diversificação dos seres vivos, que transcendem os limites da seleção natural, ultrapassa a visão centrada no DNA proposta pela Teoria Sintética. A discussão central gira em torno da origem da diversidade das formas orgânicas, destacando um pluralismo de processos como base para as explicações causais da evolução. Para Zabotti, “esse pluralismo de processos inclui, além da seleção natural e deriva gênica, sistemas de herança epigenética (SHEs), distintos modos de especiação, plasticidade fenotípica e construção de nicho” (Zabotti, *et al.*, 2021, p. 1091). Nesse novo cenário, a compreensão da evolução não se restringe à visão tradicional centrada na genética, mas abraça uma gama mais ampla de fatores e processos. O reconhecimento desses elementos, antes negligenciados ou subestimados, redefine a estrutura conceitual da evolução biológica, indicando uma abordagem mais aberta e integrativa. Assim, a Síntese Estendida não apenas desafia as limitações da Teoria Sintética, mas propõe uma revisão significativa nos princípios que guiam a explicação da diversidade e complexidade da vida ao longo do tempo.

O aprofundamento teórico nos domínios da seleção natural, Evo-Devo, plasticidade fenotípica e construção do nicho estabelece conexões entre conceitos antigos e contemporâneos por meio de articulações epistemológicas. No entanto, concentramos nossa atenção nos três aspectos mencionados anteriormente, onde emerge um embate, enraizado tanto em considerações epistemológicas quanto empíricas, entre o núcleo firme da Teoria Sintética e a Síntese Estendida. A disputa se desdobra devido à incompatibilidade entre os insights provenientes dos estudos da biologia evolutiva do desenvolvimento, da plasticidade fenotípica, da construção do nicho e da herança inclusiva, e as premissas do gradualismo, da microevolução e da adaptação como subproduto exclusivo da seleção natural. Para Ceschim *et al.* (2016): “Não porque tais fatores deixaram de ser considerados pela Síntese Estendida, mas porque a Teoria Sintética defende a exclusividade de tais possibilidades evolutivas” (CESCHIM, *et al.*, 2016, p. 22).

De acordo com a filosofia de Imre Lakatos, a modificação do núcleo firme de um programa de pesquisa é considerada proibida, pois implica em uma revisão dos

pressupostos fundamentais que formam a base teórica do programa. No caso da transição da Teoria Sintética da Evolução para a Síntese Estendida, a mudança do núcleo firme sugere a existência de dois programas de pesquisa distintos, cada um com suas próprias premissas e métodos de avaliação. Lakatos argumenta que essa revisão do núcleo firme contraria o papel da heurística negativa, que estabelece que as refutações devem ser enfrentadas sem alterar os princípios fundamentais do programa.

Portanto, a transição de um programa para outro pode ser vista como uma violação das diretrizes estabelecidas por Lakatos, indicando a existência de dois programas de pesquisa, cada um com sua própria coerência interna e metodologia. Neste cenário, a Síntese Estendida, ao reconhecer a complexidade dos processos evolutivos, desafia as fronteiras estabelecidas pela Teoria Sintética, defendendo uma perspectiva mais aberta e integrativa da evolução biológica. O conflito entre essas abordagens não apenas reflete divergências teóricas, mas também destaca a necessidade de uma revisão crítica e expansão dos fundamentos que moldam nosso entendimento da evolução. Para Zabotti (2021),

Acreditava-se, anteriormente à relação da Biologia Molecular, Embriologia e Evolução, que organismos estruturalmente mais complexos deveriam ter mais genes envolvidos na regulação de seu desenvolvimento. Entretanto, a maior constatação da evo-devo é de que o modo como os genes e seus produtos interagem é, também, semelhante em organismos morfologicamente muito distintos (Zabotti, *et. al.*, 2021, p. 1090).

Antes da integração entre a Biologia Molecular, Embriologia e Evolução, a premissa predominante era de que organismos mais complexos deveriam envolver uma maior regulação genética em seu desenvolvimento. No entanto, a Evo-Devo, ao incorporar essas disciplinas, trouxe à tona um conteúdo empírico que desafia essa visão. Ao estudar a interação entre genes e seus produtos, a Evo-Devo revelou que, mesmo em organismos morfologicamente distintos, há uma notável semelhança nas interações genéticas. Essa descoberta representa um excedente empírico ao sugerir que a complexidade morfológica não está rigidamente correlacionada à quantidade de genes envolvidos na regulação do desenvolvimento. Essa nova perspectiva não apenas reconfigura nossa compreensão dos processos subjacentes à diversidade morfológica, mas também destaca a importância de considerar não apenas a

quantidade de genes, mas, principalmente, como esses genes interagem durante o desenvolvimento embrionário.

Para Ceschim *et al.* (2016),

De acordo com a Teoria Sintética, a seleção natural dirige e influencia fortemente processos criativos na evolução e por si só explica por que as propriedades de organismos coincidem com as propriedades de seus ambientes (adaptação). Esta forma de causalidade evolutiva é unidirecional: começa no ambiente externo (ou seja, com a seleção) e termina com mudanças adaptativas no organismo. Para a Síntese Estendida há causalidade recíproca, ou seja, um processo A é uma das causas do processo B e, posteriormente, o processo B é uma causa do processo A (...). Processos de desenvolvimento, atuando por meio de um viés ontogenético e por construção de nicho, compartilham alguma responsabilidade com a seleção natural na direção e na taxa de evolução e contribuem na relação organismo-ambiente (Ceschim, *et al.*, 2016, p. 13-14).

Na visão da Teoria Sintética da Evolução, a causalidade evolutiva é apresentada como unidirecional, com a seleção natural desempenhando um papel preponderante. Segundo essa perspectiva, a seleção natural é o motor primário da mudança evolutiva, originando-se no ambiente externo e, por meio da seleção, influenciando fortemente os processos criativos da evolução.

A adaptação, nesse contexto, é vista como um resultado direto da pressão seletiva do ambiente, levando os organismos a desenvolver propriedades que coincidem com as características de seus ambientes. Assim, a causalidade evolutiva, de acordo com a Teoria Sintética, é unidirecional, começando no ambiente e culminando em mudanças adaptativas no organismo.

Por outro lado, a Síntese Estendida propõe uma abordagem mais intrincada e recíproca da causalidade evolutiva. Nessa perspectiva, os processos de desenvolvimento, com suas nuances ontogenéticas e a construção de nicho, são vistos como causas e efeitos uns dos outros. Ou seja, o processo A pode ser uma das causas do processo B, e, subsequentemente, o processo B pode influenciar o processo A.

Dessa maneira, a relação organismo-ambiente é moldada por uma interconexão dinâmica entre os processos evolutivos e de desenvolvimento, desafiando a linearidade unidirecional proposta pela Teoria Sintética. Essa concepção

mais complexa destaca a interdependência e a interação contínua entre os organismos e seus ambientes na trajetória evolutiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso desta dissertação conduziu-nos por um terreno interessante de possibilidades interpretativas da ciência. O conceito fundamental de programas de pesquisa como estruturas dinâmicas e flexíveis, capazes de acomodar anomalias e enfrentar desafios, revelou-se um guia interessante para entender a natureza do empreendimento científico. Sob o modelo de Lakatos, buscamos valorizar não apenas os triunfos, mas também as crises, reconhecendo que a ciência, longe de ser estática, é também um campo em constante evolução.

Ao explorar os programas de pesquisa de Imre Lakatos, avançamos para uma compreensão mais refinada das filosofias que antecederam sua concepção, como as de Karl Popper e Thomas Kuhn. Ao abraçar as premissas lakatosianas, transcendemos a dicotomia entre o falseacionismo de Popper e a visão paradigmática de Kuhn. Em vez de adotar uma postura radical, Lakatos nos ofereceu uma síntese flexível, onde os programas de pesquisa, estruturas dinâmicas capazes de incorporar ajustes e enfrentar desafios, desempenham um papel crucial.

No espírito de Popper, Lakatos manteve a importância da refutação e do teste empírico. Contudo, em uma notável divergência, ele reconheceu a necessidade de um núcleo firme, uma estrutura teórica central capaz de resistir a desafios sem abandonar o programa por completo.

Em contrapartida à visão de Kuhn sobre mudanças paradigmáticas, Lakatos ofereceu uma narrativa mais complexa, na qual a evolução científica é uma sequência de programas de pesquisa que se sobrepõem e competem. A noção de conteúdo empírico excedente, destacada por Lakatos, ilumina a capacidade desses programas de se adaptarem e se desenvolverem, mesmo diante de possíveis anomalias. Assim, ao contemplarmos a filosofia de Lakatos, percebemos que não estamos diante de uma simples síntese, mas de uma abordagem que tece harmoniosamente elementos do falseacionismo de Popper e da visão paradigmática de Kuhn. Em última análise, a filosofia de Lakatos emerge como uma ponte entre duas perspectivas aparentemente conflitantes, oferecendo-nos uma visão mais abrangente e dinâmica do processo científico. Concluímos esta jornada com uma apreciação mais profunda não apenas pela obra de Imre Lakatos, mas também pelo próprio tecido da ciência. Ao adotar essa perspectiva lakatosiana, abrimos portas para uma compreensão mais dinâmica e flexível da ciência.

Ao aplicarmos as lentes lakatosianas ao darwinismo, observamos um programa de pesquisa robusto, que se mostrou progressivo à medida que abraçou um núcleo firme, enfrentando e superando desafios, como os cálculos equivocados de Lord Kelvin e outras controvérsias. A Teoria Sintética da Evolução, centrada na seleção natural e no gradualismo, representa um estágio evolutivo significativo em nossa análise. Sob a perspectiva lakatosiana, esta teoria se destaca como um programa de pesquisa progressivo, enraizado em um núcleo firme e capaz de incorporar conteúdo empírico excedente, mantendo sua coerência interna.

Entretanto, a emergência da Síntese Estendida destaca um momento crucial. Sob nossa perspectiva, trata-se de um novo programa de pesquisa, com suas nuances e pluralismo de processos, e desafia as fronteiras da Teoria Sintética, introduzindo elementos como a evolução do desenvolvimento (Evo-Devo), plasticidade fenotípica e construção do nicho. Os programas de pesquisa de Lakatos, nesse contexto, oferecem uma estrutura conceitual que transcende os debates entre a rigidez da Teoria Sintética e as novas perspectivas da Síntese Estendida.

A aplicação da metodologia dos programas de pesquisa de Imre Lakatos à biologia evolutiva permite uma interpretação mais ampla do desenvolvimento da teoria da evolução. A biologia, enquanto ciência que busca compreender a diversidade da vida e seus processos evolutivos, passou por transformações significativas ao longo do tempo, resultando na formulação de diferentes programas de pesquisa. A Teoria da Evolução de Darwin, a Teoria Sintética da Evolução e a Síntese Evolutiva Estendida representam momentos distintos nesse desenvolvimento, cada um ampliando e reformulando os elementos centrais do programa anterior.

Para Lakatos, a manutenção e evolução de um programa de pesquisa depende da preservação de seu núcleo firme, ou seja, das hipóteses fundamentais que não podem ser refutadas sem que o próprio programa seja abandonado. Ao longo da história da biologia evolutiva, as alterações nas concepções científicas foram sendo incorporadas ao cinturão protetor das teorias, fortalecendo-as e ampliando seu poder explicativo. A análise lakatosiana permite compreender essas transições como parte de uma competição entre programas de pesquisa dentro da biologia evolutiva. Diferentemente de uma visão falsificacionista estrita, em que uma única refutação poderia invalidar uma teoria, Lakatos argumenta que um programa de pesquisa pode ser deixado de lado, mas não necessariamente abandonado quando se torna

degenerativo, ou seja, quando deixa de gerar novas inovações frutíferas e não consegue responder aos desafios impostos pela ciência.

A questão central que emerge desse debate é: em que momento um conjunto de modificações altera suficientemente o núcleo firme de um programa de pesquisa a ponto de ser considerado um novo programa? A aplicação da metodologia de Lakatos à biologia permite não apenas uma compreensão mais clara das dinâmicas de transformação das teorias científicas, mas também reforça a importância da competição entre programas na produção do conhecimento. A ciência, longe de ser um processo linear e homogêneo, caracteriza-se por essa disputa contínua entre diferentes abordagens, cada uma buscando resolver problemas, expandir sua integração e garantir sua progressividade. Esse é o mecanismo fundamental que impulsiona o avanço do conhecimento científico.

A evolução da teoria passou por um processo de reformulação e ampliação ao longo da história, enfrentando desafios que resultaram na emergência de diferentes programas de pesquisa. Uma abordagem lakatosiana permite compreender esse desenvolvimento não como um simples acúmulo de descobertas, mas como uma competição entre programas, onde a manutenção da progressividade científica depende da capacidade de um programa resolver problemas sem comprometer seu núcleo firme.

A aplicação da metodologia dos programas de pesquisa de Lakatos à biologia evolutiva revelou-se um caminho frutífero para compreender a progressão das teorias evolucionistas ao longo da história. A distinção entre história interna e história externa mostrou-se uma ferramenta essencial para analisar tanto os avanços teóricos dentro dos programas de pesquisa quanto os desafios externos que moldaram o desenvolvimento das ideias evolucionistas.

Um dos aspectos mais marcantes dessa análise foi a percepção de que a evolução da biologia não pode ser compreendida apenas como uma simples acumulação de descobertas, mas sim como uma competição entre diferentes programas de pesquisa. Dentro desse contexto, o darwinismo inicial se destacou na concorrência com programas rivais como o lamarckismo, a ortogênese e o mutacionismo, que surgiram para tentar resolver anomalias que a teoria de Darwin, à época, não explicava satisfatoriamente.

O grande debate teórico que permeou a pesquisa foi a questão da continuidade entre a Teoria de Darwin, a Teoria Sintética da Evolução e a Síntese Estendida. A

princípio, parecia haver uma continuidade, uma vez que os princípios fundamentais, como descendência com modificação, ancestralidade comum e o papel central da seleção natural, permaneceram como conceitos centrais ao longo das reformulações. No entanto, ao analisar a questão à luz da metodologia lakatosiana, ficou evidente que houve alterações significativas no núcleo firme desses programas.

O critério decisivo foi a caracterização das alterações no núcleo firme. Se o núcleo firme sofre uma ampliação, agregando novos conceitos fundamentais, isso caracteriza um novo programa de pesquisa, e não uma mera extensão do anterior. Assim, a transição do darwinismo para a Síntese Evolutiva e desta para a Síntese Estendida não pode ser considerada apenas uma continuidade aprimorada, mas sim uma mudança programática, na qual cada novo programa surge para responder às limitações do anterior.

Dessa forma, o estudo não apenas confirmou a aplicabilidade da estrutura lakatosiana à biologia, mas também reforçou a importância da competição entre programas de pesquisa na dinâmica do desenvolvimento científico. O programa de pesquisa darwiniano, apesar de suas anomalias, demonstrou um enorme poder preditivo, o que garantiu sua sobrevivência inicial e sua posterior reformulação em novos programas. Esse processo ilustra de forma exemplar o modelo lakatosiano de progresso científico, onde a ciência avança não pela falsificação abrupta de teorias, mas pelo embate contínuo entre programas de pesquisa concorrentes.

A resiliência e robustez do núcleo firme da teoria garantem que, ao integrar novos conhecimentos, a teoria não apenas preserve sua integridade, mas também se fortaleça à medida que responde a questionamentos e incorpora descobertas científicas.

A distinção entre história interna e história externa complementa esta análise. A história interna lida com o desenvolvimento teórico do programa, suas previsões e sua coerência. Já a história externa envolve fatores sociais, tecnológicos e políticos que influenciaram o avanço ou a estagnação de determinadas abordagens. O surgimento de novas tecnologias genéticas, por exemplo, revelou anomalias que antes eram invisíveis, tornando a teoria sintética da evolução alvo de questionamentos a partir dos anos 1980, especialmente em relação aos processos embriológicos.

Essa análise reforça a ideia de que o progresso científico não se dá por hegemonia total ou abandono completo de um programa, mas por uma competição dinâmica, na qual diferentes programas propõem respostas para as mesmas questões

e enfrentam desafios semelhantes. A evolução das ideias dentro da biologia exemplifica esse processo, mostrando que novas teorias surgem tanto para corrigir quanto para expandir os limites dos programas anteriores.

Portanto, se torna possível concluir, que a filosofia de Lakatos proporciona uma plataforma única para compreender o dinamismo e a evolução dos programas de pesquisa na biologia evolutiva.

REFERÊNCIAS

- ALSINA CALVÉS, J. La teoría del equilibrio puntuado como programa de investigación alternativo al neodarwinismo. **Philosophy & History of Biology/Filosofia e História da Biologia**, v. 18, n. 1, 2023.
- ALMEIDA, A. M. R. de; EL-HANI, Charbel Niño. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientiae Studia**, v. 8, p. 9-10, 2010.
- ALMEIDA, A. V. de; FALCÃO, J. T. da R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, p. 17-32, 2005.
- ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. A teoria do big bang e a natureza da ciência. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 20, p. 59-90, 2015.
- ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L.. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: recepção de um texto para graduandos em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, p. 2405, 2013.
- ASUA, M. Historia de las teorías embriológicas (S. XVII-S. XX): reconstrucción racional según las epistemologías de Lakatos y Kuhn. **Stromata**, v. 44, n. 1/2, p. 233-262, 1988.
- BACH, T. M.; KUDLAWICZ, C.; DA SILVA, E. D. A Abordagem de estratégia como prática avaliada sob a perspectiva epistemológica de Karl Popper, Thomas Kuhn e Imre Lakatos. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 14, n. 27, p. 27-54, 2014.
- BEZERRA, V. A. Schola quantorum: progresso, racionalidade e inconsistência na antiga teoria atômica Parte II: crítica à leitura lakatosiana. **Scientiae Studia**, v. 2, p. 207-237, 2004.
- BEZERRA, V. A. Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudaniana. **Scientiae studia**, v. 10, p. 455-488, 2012.
- BORGE, B. ¿Fue Lakatos un realista epistémico?: el rol de la verdad en la metodología de los programas de investigación científica. **Transformação**, p. 47-72, 2020.
- BORGES NETO, J. **Imre Lakatos e a Metodologia dos programas de investigação científica**, p. 1-12, 2023.
- BROWN, H.; BARKER, P.; DONOVAN, A.; LAUDAN, L.; LAUDAN, R.; LEPLIN, J.; THAGARD, P.; WYKSTRA, S. **Dossiê Filosofia da Ciência**. São Paulo: USP, 1993.
- CARDOSO, V. C. Revisitando o quase empirismo de Imre Lakatos e refletindo sobre a Educação Matemática. **Eventos Pedagógicos**, v. 9, n. 2, p. 822-846, 2018.

CAMACHO, H.; FONTAINES, T. Características de una "investigación racional": teorías de Lakatos y Popper. **Revista de Artes y Humanidades UNICA**, v. 6, n. 12, p. 129-140, 2005.

CESCHIM, B.; DE OLIVEIRA, T. B.; DE ANDRADE CALDEIRA, A. M. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1, p. 1-29, 2016.

CHALMERS, A. F.; FIKER, R. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CORRÊA, A. L. *et al.* Proposta de aproximação entre a evo-devo e a teoria da construção do nicho: perspectiva histórico-epistemológica para o ensino de biologia. **V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia**, 2011.

DAVID A. S. B. MARIO J. **Ensayos en Filosofía Científica**. México: Conexión Publicitaria S.C., 1ª ed, p. 27-35, 2015.

DIAS, E. A. Lakatos, leitor dos programas de investigação de Popper. **Argumentos: Revista de Filosofia**, p. 23-38, 2023.

FESTA, R. Philosophy, Science, and (Anti-) Communism: The Two Lives of Imre Lakatos. **Philosophy of Science**, v. 57, p. 247-253, 2006.

FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg (trad.). Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1977.

FEYERABEND, P. "Imre Lakatos." **The British Journal for the Philosophy of Science**, Oxford University Press on behalf of The British Society for the Philosophy of Science, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1975.

GOMIDE, F. A. **Debates suscitados pela filosofia da ciência de Imre Lakatos**. 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/217987>. Acesso em: 13 Jun. 2023.

GUIMARÃES, G. de L. et al. A contribuição de Imre Lakatos para a análise epistemológica do programa brasileiro de pós-graduação em enfermagem. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 26, p. 1-9, 2017.

GONÇALVES, A.; SCHELLER, M. Investigações Matemáticas sob a ótica da epistemologia de Lakatos: percepções a partir de uma meta-análise. **Revista de Educação Matemática**, v. 18, p. e021051-e021051, 2021. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/537>. Acesso em: 20 Jun. 2023.

HAHN, H.; NEURATH, O.; CARNAP, R. A concepção científica do mundo: o círculo de Viena. Tradução de Fernando Pio de Almeida Fleck. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, p. 5-20, 1986.

HACKING, I. Review of Imre Lakatos's Philosophy of Science: The Methodology of Scientific Research Programmes by Imre Lakatos; Mathematics, Science and

Epistemology: Philosophical Papers by John Worrall; Gregory Currie. **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 30, n. 4, p. 381-402, 1979.

HÜBNER, K. In memory of Imre Lakatos on the question of relativism and progress in science. **Man and World**, v. 7, n. 4, p. 394-413, 1974.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida**. Companhia das Letras, 2010.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva S/A, 2020.

KUHN, T. S. **A função do dogma na investigação científica**. Jorge Dias de Deus (Trad.). Curitiba: UFPR. SCHLA, 2012.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. **Ciência e filosofia**, n. 2, p. 157-162, 1980.

LAKATOS, I. A letter to the Director of the London School of Economics. **The Critical Survey**, p. 27-31, 1969.

LAKATOS, I. **A lógica do descobrimento matemático: provas e refutações**. Zahar, 1978.

LAKATOS, I. **A Matemática, Ciência e Epistemologia**. Madrid: Alianza Universidad, 1987.

LAKATOS, I. A renaissance of empiricism in the recent philosophy of mathematics. **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 27, n. 3, p. 201-223, 1976.

LAKATOS, I. Criticism and the methodology of scientific research programmes. **Proceedings of the Aristotelian society**. Aristotelian Society, Wiley, 1968. p. 149-186.

LAKATOS, I. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Trad. Emília Picado Tavares Marinho Mendes. Lisboa: Edições 70, 1999.

LAKATOS, I. **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Trad. Emília Picado Tavares Marinho Mendes. Lisboa: Edições 70, 1998.

LAUDAN, L. **O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LAKATOS, I. **Problems in the Philosophy of Mathematics: Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science**, London, 1965, v. 1. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1967.

LAKATOS, I. Replies to critics. **PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association**. Cambridge University Press, p. 174-182, 1970.

LAKATOS, I. The role of crucial experiments in science. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 4, n. 4, p. 309-325, 1974.

MARTINI, R. A. Um ensaio sobre os programas de pesquisa Lakatosianos e a metodologia da economia neoclássica: contribuições e críticas. **Análise Econômica**, v. 32, n. 62, 2014.

MAYR, E. **O que é Evolução**. Rio de Janeiro: Rocco editora, 2009.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora da Unesp, 2005.

MENDES, F. P. **Lakatos, o Realismo Ofensivo e o Programa de Pesquisa Científico do Realismo Estrutural**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/101/101131/tde-17072013-152543/en.php>. Acesso em: 20 Jun. 2023.

NEIVA, A. *et al.* **Comitê Científico**. XVI Semana Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da PUCRS. Porto Alegre: Editora Fi, v. 1, 2016.

OLIVEIRA, T. B. *et al.* Eco-Evo-Devo: uma (re) leitura sobre o papel do ambiente no contexto das Ciências Biológicas. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 2, p. 323-346, 2016.

OLIVEIRA, L. K. de *et al.* **Ciência, agrotóxicos e saúde: um diálogo entre a epistemologia de Imre Lakatos e a obra Primavera Silenciosa de Rachel Carson**. 2022. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/55331>. Acesso em: 20 Jun. 2023.

ORENSANZ, M; DENEGRI, G. La helmintología según la filosofía de la ciencia de Imre Lakatos. **Salud colectiva**, v. 13, p. 139-148, 2017.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. Trad. Leonidas Hegenberg e Octany Silveira da Mota. Editora Cultrix, 2004.

POPPER, K. R. **Conhecimento Objetivo**. Trad. Milton Amado. Editora Itatiaia Limitada, Belo Horizonte, 1975.

REECE, J. B; WASSERMAN, S. A; URRY, L. A; CAIN, M. L; MINORSKY, P. V; JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. Artmed Editora, 2015.

RENNER, J. E.; PESSOA JR, O. Avaliação dos processos tecnológicos a partir da metodologia dos programas de pesquisa científicos de Lakatos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 12, n. 24, 2016.

RODRIGUES, A. C. M. Uma metodologia de programas de pesquisa científica, segundo Lakatos. **Veritas (Porto Alegre)**, v. 43, n. 1, p. 161-168, 1998.

SHIBARSHINA, S. V. On Some Conceptual Background of Imre Lakatos' Thought. **Epistemology & Philosophy of Science**, v. 55, n. 3, p. 52-56, 2018.

SILVA, O. H. M. da; NARDI, R.; LABURÚ, C. E. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, p. 9-22, 2008.

SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

VÁSQUEZ, R. G. La psicología conductista a la luz de los programas de investigación científica de Imre Lakatos. **Revista Psicológica Herediana**, v. 6, n. 1-2, p. 38-38, 2014.

VENTURA, T. CASONATO, L. A epistemologia de Imre Lakatos e sua (in) aplicabilidade à teoria econômica. **Revista de Economia**, v. 42, n. 77, p. 173-192, 2021.

ZABOTTI, K.; LEITE, R. F.; DELLA JUSTINA, L. A. Epistemologia de Lakatos e as proposições atuais da evolução biológica. **Revista Valore**, v. 6, p. 1085-1097, 2021.