

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Progresso científico na *Estrutura das revoluções científicas* de Thomas Kuhn

Benvindo Carlos da Silva de Oliveira

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

**PROGRESSO CIENTÍFICO NA ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES
CIENTÍFICAS DE THOMAS KUHN**

BENVINDO CARLOS DA SILVA DE OLIVEIRA

*Sob orientação de
Alessandro Bandeira Duarte*

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Física da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, RJ), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Licenciado em Física**

Seropédica, RJ, Brasil
Março de 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

BENVINDO CARLOS DA SILVA DE OLIVEIRA

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Física da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, RJ), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Licenciado em Física**

MONOGRAFIA APROVADA EM 07/03/2023.

Alessandro Duarte. Dr. UFRRJ
(Presidente)

Cláudio Maia Porto. Dr. UFRRJ

Ricardo José Scherer Santos. Dr. UFRRJ

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer as pessoas que possibilitaram que eu escrevesse esse trabalho, meu orientador Alessandro que acolheu minhas dificuldades e se mostrou um grande amigo. Aos meus amigos pela paciência em me ouvir e pela capacidade de me distrair para que esse processo fosse mais leve. Muito obrigado Thainá Batista, Marcos Gomes, Luana Miranda, Matheus Taumaturgo, Thalyta Oliveira, Wagner Lopes, Elke Leone, Kamila Morandi, Caroline Travessa, Vanessa Cristina, Flávio Valério e tantas outras pessoas.

Uma dedicação especial deve ser feita a minha psicanalista Letícia Veloso e todo o cuidado e paciência que são muito significativos pra mim.

Para minha família agradeço pelo apoio, muito obrigada pelo cuidado ao meu Pai, minha irmã e primos que se mostraram muito presentes. Existem aquelas pessoas que se tornaram família mesmo sem o laço de sangue, em especial Tânia Brasiliense.

Obrigado ao Espaço Cultural Casarão.

Tenho agradecer todos aqueles que me colocaram na situação de desconforto que me motivou a criar a personalidade capaz de enfrentar os problemas, e em especial tenho que agradecer à professora Viviane Morcelle.

Um agradecimento íntimo deve ser feito à Arte que me fez companhia, compôs o ritmo da minha vida e justificou meus sentimentos, transformando-os em mais que a linguagem é capaz de capturar do mundo que vivemos.

RESUMO

DE OLIVEIRA, Benvindo Carlos da Silva. **Progresso científico na Estrutura das revoluções científicas de Thomas Kuhn.** 2023. 36f. Trabalho de Graduação (Licenciatura Plena em Física). Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

O presente trabalho desenvolve-se como uma análise de alguns dos principais conceitos concebidos por Thomas Kuhn em seu livro *A estrutura das Revoluções Científicas*. A filosofia kuhniana nos proporciona uma lente com a qual podemos enxergar o empenho científico de maneira única e será visto que o cerne do pensamento aqui se dá a partir dos conceitos de paradigmas e de revolução científica. Existem, contudo, alguns problemas na definição dos limites que caracterizam essas duas bases fundamentais do pensamento de Kuhn. Abordaremos a noção de progresso científico tanto na ciência normal – que é cumulativo – como no período de revolução, o qual não é cumulativo. Além disso, adentraremos em temas como irracionalidade e os aspectos que humanizam a prática científica.

Palavras-chave: Paradigmas; Progresso científico; Thomas Kuhn; Revoluções científicas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	PARADIGMAS	3
3	CIÊNCIA NORMAL E CRISE	12
4	PROGRESSO E INCOMENSURABILIDADE	24
5	CONCLUSÃO	34
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O trabalho de Thomas Kuhn apresentado em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*¹ nos propõe enxergar o andamento do progresso da ciência através de revoluções científicas. Com essa perspectiva podemos ter um olhar descriptivo sobre o funcionamento da ciência tal como conhecemos e assim entender melhor seu papel dentro da sociedade.

Thomas Kuhn publicou a E.R.C, seu trabalho mais influente, em 1962 e se tornou uma das personalidades marcantes dentro da filosofia da ciência. Devemos pontuar também que Kuhn era norte-americano, obteve sua formação em física, mestrado e doutorado pela universidade de Harvard.

A filosofia kuhniana, apesar de muito criticada em vários aspectos fundamentais, parece se aproximar da forma como a ciência experienciada pela comunidade científica. A possível irracionalidade que é atribuída ao processo de progresso através de revoluções científicas é de mesma natureza que a encontrada por quem se interessa por áreas como antropologia e linguística. A identidade humana e a de suas obras são abstratas e parecem conter, em essência, uma parcela subjetiva em todos os processos em que estamos envolvidos.

Iniciaremos nossa exploração do pensamento kuhniano pela introdução do conceito básico de paradigma, durante todo segundo capítulo. Levantaremos a noção de que existe um mundo concebido a partir da perspectiva de um paradigma. Trataremos dos valores necessários a serem compartilhados pelo grupo científico para concatenar todo um comportamento característico em uma prática com aparente coerência.

No terceiro capítulo está disposta a consequência da aquisição de um paradigma, a ciência normal. Essa prática é caracterizada pela articulação dos conhecimentos fornecidos pela cosmovisão em vigor e aparenta uma natureza cumulativa de informações ao mesmo tempo que expande o alcance do paradigma. A constante busca por expansão pode levar ao ponto crítico em que a ciência é cercada de anomalias e possivelmente finda em crise.

Os conceitos de base usados em E.R.C possuem difícil definição. Paradigmas e revoluções científicas são noções fundamentais do trabalho de Kuhn e, embora elas estejam abertas ao questionamento de seus limites de aplicação, veremos que as interpretações fornecidas são muito interessantes.

No capítulo referente ao progresso e incomensurabilidade poderemos compreender a natureza majoritariamente não cumulativa do progresso científico. A introdução de aspectos aparentemente complexos revelam faces provocantes, como a não

¹ Doravante usaremos a sigla E.R.C. ao mencionar o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn.

linearidade do avanço científico e a provável inexistência de objetivo final atrelado ao seu desenvolvimento.

A incomensurabilidade ante às transições por meio das ditas revoluções em Kuhn leva-nos a entender o progresso de forma menos simplista que o mero acúmulo histórico. Porém veremos como tal configuração diante do problema da comunicabilidade gera espaço para irracionalidade, abalando a noção de progresso.

Esperamos poder experienciar ao fim dessa descrição do andamento da ciência por meio de revoluções uma versão menos ingênuas do progresso.

2 PARADIGMAS

O aprofundamento do conceito de paradigma de Kuhn é em si a base para entender a perspectiva que o mesmo assume diante da ciência. As características que definem a ciência, em E.R.C, são a relação da área do conhecimento com seu paradigma ou, em alguns casos, a inexistência dele. Para melhor aprofundamento e conhecimento desse mecanismo curioso que é a ciência, se faz necessário o detalhamento de alguns pontos de vista filosóficos e assim construir aos poucos dúvidas e respostas que apontem os caminhos que esse empreendimento humano nos leva e como o faz.

Para o desenvolvimento do melhor conhecimento relacionado à natureza das ciências, temos que pensar primeiro na propriedade que constitui o objeto de estudo, as ideias. Os saberes construídos por empenho humano foram ao longo da história sendo criados, perdidos, reciclados em inovação, além de tantos outros fenômenos ocorridos. Contudo, grupos dentro de recortes históricos puderam conceber formas próprias de compreender a natureza que os cerca, contendo suas cosmovisões.

Cosmovisões são estruturas de crenças organizadas de forma coesa, de modo a proporcionar a seus adeptos determinada interpretação do mundo experienciado por quem nela crê, adicionando informações ontológicas, astronômicas, místicas e assim por diante. A história do ocidente, marcada pelo imperialismo cultural, carregou consigo a cosmovisão aristotélica antiga por mais de 1500 anos e esta serviu de base para os questionamentos e crenças que adotamos na idade moderna/contemporânea.

El imperialismo cultural estereotipa a los diferentes y los invisibiliza. Al hacerlo, se define lo que puede y no puede ser. Despersonaliza a los sujetos, convirtiéndolos en una masa sin cara, sin rasgos propios, sin identidad. En el Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva 13 análisis de Young, el varón blanco tiene identidad, es un ser único al que se le otorga poder ([MURILLO; DUK, 2021](#), p.12).

A passagem anterior nos lembra da identidade do poder em nossa sociedade, poder que optou por ver na história a ser transmitida seu reflexo. Veremos a seguir a natureza da filosofia aristotélica, tendo em mente a sua posição dentro de nossa cultura:

The universe, we now think, is not anything like the way it was conceptualized from within the Aristotelian worldview. Nonetheless, although wrong, those beliefs formed a consistent system of beliefs, and a system whose beliefs seemed, for almost 2,000 years, to be obviously right and commonsensical ([DEWITT, 2010](#), p. 16).

As diferentes visões de mundo se referem a um sistema de crenças interconec-

tadas e interdependes, como num quebra-cabeças. Cada parte ou crença é uma peça fundamental para que, quando unidas, o conjunto permita a interpretação da realidade através de uma perspectiva única.

Aristóteles tinha um conjunto de crenças que diverge das atualmente em vigor, sendo algumas delas:

- (a) The Earth is located at the center of the universe.
- (b) The Earth is stationary, that is, it neither orbits any other body such as the sun, nor spins on its axis.
- (c) The moon, the planets, and the sun revolve around the Earth, completing a revolution about every 24 hours.
- (d) In the sublunar region, that is, the region between the Earth and the moon (including the Earth itself) there are four basic elements, these being earth, water, air, and fire.
- (e) Objects in the superlunar region, that is, the region beyond the moon including the moon, sun, planets, and stars, are composed of a fifth basic element, ether.
- (f) Each of the basic elements has an essential nature, and this essential nature is the reason why the element behaves as it does.
- (g) The essential nature of each of the basic elements is reflected in the way that element tends to move.
- (h) The element earth has a natural tendency to move toward the center of the universe. (That's why rocks fall straight down, since the center of the Earth is the center of the universe.) ([DEWITT, 2010](#), p. 08).

É interessante ressaltar que dentro lista de crenças que definem de forma ampla a cosmovisão aristotélica existem níveis de prioridade. A crença com potencial de ser a mais fundamental é a de que a Terra está localizada no centro do universo, a partir desta podemos ver a organização do comportamento de ordenação de elementos básicos: terra, água, ar e fogo.

A cosmovisão aristotélica tem como principal função aqui exemplificar como crenças são estruturadas dentro de um pensamento teórico complexo. Existem algumas crenças que são periféricas e não centrais e estas podem ser substituídas sem desestruturar todo o esquema organizado da qual ela fazia parte. A crença de que o elemento Éter tinha em sua natureza a tendência de realizar movimentos que descrevem círculos perfeitos é um caso: ao negarmos sua validade não teríamos de abandonar toda cosmovisão aristotélica; poderíamos substituir a natureza do Éter por órbitas mais precisas na descrição do movimento celeste. Dessa forma, é possível entender as crenças que fundamentam uma teoria ou cosmovisão como partes de um quebra-cabeça, sendo algumas centrais e outras periféricas ou substituíveis.

Essa visão holística sobre o funcionamento de estrutura de saberes humanos nos é de grande importância para a introdução do principal conceito de paradigma criado por Thomas Kuhn que, em seu texto, resume esse termo da seguinte forma:

Ao escolher o termo paradigma quero sugerir que alguns exemplos acatados pela prática científica efetiva – exemplos que incluem lei, teoria, aplicação e instrumentação juntos – fornecem os modelos a partir dos quais se desenvolvem certas tradições coerentes da investigação científica. Falo de tradições que os historiadores descrevem sob rubricas como astronomia ptolomaica (ou copernicana), dinâmica aristotélica (ou newtoniana), ótica corpuscular (ou ótica ondulatória), e assim por diante (KUHN, 1987, p 18).

Assim, podemos compreender o conceito de paradigma como uma entidade socialmente agente, que é responsável por indicar um consenso compartilhado por membros de uma determinada linha de pensamento intitulada cosmovisão ou teoria. Trazendo novamente o exemplo da cosmovisão aristotélica, podemos entender o paradigma da Terra inerte localizada no centro do universo como um de seus principais componentes.

A diferenciação entre crenças e paradigmas está na amplitude de articulações que o segundo propõe ao descrever o surgimento e desenvolvimento da ciência. Nos próximos capítulos serão vistas descrições de como os períodos de pré-ciência, ciência normal, crise e revolução científica ocorrem na perspectiva paradigmática defendida por Kuhn.

É interessante ressaltar a diferença também entre o conceito de paradigma e o de postulado, muito comum na compreensão acerca de teorias. Para os praticantes das ciências da natureza é comum a existência de um pequeno grupo de enunciados sucintos, que são base para o pensamento proposto por determinada teoria. Partindo do exemplo da mecânica newtoniana, tendo como base um dos livros de formação da comunidade de cientistas da área, poderíamos enunciar postulados como:

1º Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele (NUSSENZVEIG, 2013, p. 93).

2º

$$\sum \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

(NUSSENZVEIG, 2013, p. 98).

3º A toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos (NUSSENZVEIG, 2013, p. 104).

Os três postulados acima, compreendidos como as três leis de Newton, são

capazes de exemplificar um caso em que cientistas poderiam reconhecer paradigmas de um objeto teórico. Contudo, podemos também compreender alguns paradigmas da Cosmovisão Newtoniana sendo:

- 1 The Earth revolves on its axis, completing a revolution approximately every 24 hours.
- 2 The Earth and planets move in elliptical orbits around the sun.
- 3 There are slightly more than 100 basic elements in the universe.
- 4 Objects behave as they do largely because of the influence of external forces. (For example, gravity, which is why rocks fall.)
- 5 Objects such as planets and stars are composed of the same basic elements as objects on Earth.
- 6 The same laws that describe the behavior of objects on Earth (for example, an object in motion tends to remain in motion) also apply to objects such as planets and stars. And so on for the other thousand (DEWITT, 2010, p.13).

Podemos ver que a compreensão de paradigmas newtonianos vão além de normas descritivas do movimento dos corpos. A conclusão de que a natureza das leis físicas do movimento de objetos na superfície terrestre é a mesma a ser aplicada aos corpos celestes foi um bem compartilhado pela comunidade científica a partir da aquisição dos paradigmas de Newton. Para o grupo esotérico de cientistas físicos, a prática da mecânica newtoniana possui em comum essa regra, embora o consenso não esteja pautado como postulado nos materiais de formação da comunidade. Existem, portanto, normas compartilhadas, consensos tácitos regulamentando linguagem, metodologias e visão de mundo. Os paradigmas carregam estes princípios juntamente a uma área científica, caracterizando-a.

A partir da concepção de paradigma, podemos interpretar que a filosofia de Thomas Kuhn, diante da ciência, descreve como científico o grupo que partilha de ao menos um paradigma. Tal definição, quando amplamente aplicada como perspectiva do desenvolvimento histórico das ciências da natureza, proporciona evidenciação de pontos críticos, marcos cruciais para o surgimento de uma área de estudos e sua consolidação, caracteriza gradativa adaptação das teorias científicas diante de crises ou falências, em paralelo com surgimento de substitutas.

A noção de paradigma pode dividir a ciência em três períodos principais:

- A pré-ciência: momento em que a área do saber ainda não adquiriu um paradigma comum que norteie um consenso sobre como atuar no mundo numa perspectiva específica.
- Período de ciência normal: momento após concatenação de saberes ao redor de uma estrutura de crenças, valores e metodologias que permitem aos membros

de grupos científicos a articulação de conhecimentos, detalhando a descrição do mundo sob sua perspectiva paradigmática.

- Período de crise: momento em que o paradigma se encontra diante de situações problema que apontam a invalidade do mundo visto através de sua perspectiva em algum nível, necessitando adaptação ou substituição.

Veremos como o paradigma atua na construção do ambiente necessário à prática da ciência normal. Podemos pensar nas teorias científicas de forma análoga funcionamento de idiomas e esse paralelo pode facilitar a compreensão de alguns fatores. Conceitos e postulados podem ser comparados a palavras, servindo de base para possíveis articulações e descrições dentro de uma teoria. A semântica das relações entre conceitos é um grupo de valores que o corpo esotérico de cientistas compartilham culturalmente, permitindo a comunicação de membros de uma mesma área de forma eficaz.

No período de pré-ciência o grupo que compõe o corpo de interessados numa mesma área ainda nem pode ser bem definido, visto que os interesses, valores e a visão do que se pode entender como objeto de estudo ainda não são compartilhados de forma a estabelecer comunicação objetiva. Nitidamente, o período de pré-ciência é marcado pela falta de concordância semântica entre os grupos que estudam temáticas afins. É importante lembrar que a visão holística do conhecimento científico é proporcionada pela semântica, por meio da concatenação de saberes em consonância com os valores da comunidade científica.

Para melhor compreensão da visão proporcionada pelo paradigma vamos primeiramente abordar o funcionamento da ciência normal. Na visão de Thomas Kuhn a ciência é compreendida por uma área do saber que possui consigo ao menos um paradigma. A articulação do paradigma produz questões quebra-cabeça que fomentam o aumento de detalhamento ou aprofundamento de dados sobre crenças do paradigma. A solução destes quebra-cabeças é compreendida como ciência normal, e cientistas, em grande parte da história da ciência, estão fortemente ligados a esta prática.

Intrinsecamente ao paradigma temos a semântica:

Generalizações como $f=ma$ e $I=V/R$ funcionam em parte como leis, mas em parte funcionam como definições de alguns dos símbolos que elas ordenam ([KUHN, 1987](#), p.180).

Este trecho do texto de Kuhn nos aponta uma função menos óbvia das ditas leis físicas. No E.R.C também é comentada a dificuldade de definir se são as equações somente paradigmáticas ou articulações do paradigma. Vale acrescentar que analisar a diferença entre uma lei articulada de um paradigma e um paradigma propriamente dito é interessante por detalhar a natureza dos saberes científicos. Sendo um postulado uma base rígida, menos sujeita a alterações, podemos associá-lo ao corpo de um paradigma.

Já as leis articuladas de um paradigma são passíveis de alterações que as levem a maior proximidade com a inferência empírica, se adequando gradativamente aos dados com menos chances de produzir crises.

Por exemplo, as Leis de Newton às vezes são um paradigma, às vezes são partes de um paradigma e às vezes são paradigmáticas. Mas, com esse trabalho editorial feito, dois usos muito diferentes do termo paradigma subsistiriam, e eles requerem separação (KUHN, 1987, p.179).

Os dois termos mencionados, postulados e leis articuladas, se referem à Matriz Disciplinar. A Matriz disciplinar é um dos usos diferentes atribuídos aos paradigmas, que foi explicitado somente no posfácio do E.R.C em resposta a críticas ao sistema defendido por Kuhn.

Pode-se entender as descrições analíticas de fenômenos em seu papel de matriz disciplinar ao perceber que as mesmas participam da formação de novos cientistas, em seus primeiros contatos com a área, proporcionando os significados dos símbolos e relações entre conceitos comuns da área. Carregar consigo material de formação dos novos integrantes é um dos papéis do paradigma, introduzindo novos membros na cultura compartilhada do grupo.

Todavia, as Matrizes Disciplinares também possuem papel metafísico. Os papéis menos óbvios da matriz disciplinar são referentes aos consensos e regras veladas compartilhadas no meio científico. Dentro da física, temos considerações que simplificam a realidade a um modelo menos complexo que o mundo percebido pelos sentidos ou sensores artificiais. Esses modelos simplificadores permitem, em muitos casos, primeiros passos no sentido da melhor compreensão e descrição de fenômenos. Um exemplo é o átomo de Hidrogênio descrito pela mecânica quântica, o qual é parte do material teórico de formação de novos membros na comunidade da física. A escolha do elemento Hidrogênio é um ponto de partida já conveniente, se comparado à realidade da maioria dos elementos.

Podemos notar que a complexidade matemática de uma abordagem não reduzida a um modelo tornaria a experiência desnecessariamente difícil ao primeiro contato. A escolha de pequenas concessões, resumindo a interação entre núcleo e elétron como sendo mediada por força elétrica, não é arbitrária, assim como dizer que todos os fenômenos da natureza são devido a interações entre átomos ou seus constituintes.

Vemos então que os caminhos a serem trilhados por novas pessoas dentro de uma área, assim como a própria tentativa pioneira, podem adotar inicialmente reduções a modelagens simplificadoras. Os aspectos que serão desprezados ou incluídos dependem do paradigma e de suas matrizes disciplinares, a fim de ditar os limites do aceitável e o que será visto como pertinente.

Além das regras anteriormente mencionadas, temos também um tipo de con-

senso crítico, derivado da matriz disciplinar, para análise dos produtos gerados em novas tentativas de desenvolvimento, ditando a norma tida como objetivo de articulações paradigmáticas e análises em momentos de crise.

Os valores a serem seguidos por novos empreendimentos da ciência parecem anteceder, numa hierarquia paradigmática, os próprios paradigmas de uma área científica específica. Esta base não trivial de pontos de vista aceitáveis, com diferenciação entre caminhos possíveis ao desenvolvimento de ideias e critérios de análise, justifica o caminho que traçamos atualmente:

Provavelmente os valores mais profundamente enraizados digam respeito às predições. Elas deveriam ser acuradas. As predições quantitativas são preferíveis às qualitativas. Qualquer que seja a margem permissível de erro, elas devem ser consistentemente efetivadas em um dado campo, e assim por diante. Entretanto, também há valores utilizados no julgamento das teorias como um todo. Antes de mais nada e acima de tudo, elas devem permitir a formulação e a resolução de charadas. Onde possível, elas deveriam ser simples, autoconsistentes, plausíveis e compatíveis com outras teorias utilizadas correntemente ([KUHN, 1987](#), p.182).

Porém, é difícil definir com precisão todos os valores e consensos pré-estabelecidos dentro da ciência, enumerá-los por si só seria tarefa árdua, e é otimismo esperar um encontrar número definido deles.

Dentro da matriz disciplinar temos os exemplares, além dos consensos e valores anteriormente mencionados. Exemplares possuem função mais óbvia, servir de exemplo para membros de dada comunidade científica ao se depararem com situações problema, proporcionando as bases de articulação que serão utilizadas para solucionar o desafio.

Por exemplares Kuhn entende um conjunto de problemas e de soluções-padrão, que materializam o consenso da comunidade científica, guiando sua prática num período de ciência normal e que são transmitidos pelos manuais durante a formação dos cientistas. Espera-se que, por modelagem, o cientista em seu trabalho científico normal, consiga resolver novos problemas, pautando-se pelas soluções já estudadas anteriormente para problemas similares ([ABRANTES, 1998](#), p.63).

Juntamente aos valores, os exemplares servem de consenso de ponto de partida aos membros de determinada área ao resolver problemas, mas neste caso estamos falando de uma estrutura de natureza mais concreta. Uma boa situação para ilustrar a atuação dos exemplares é o estudo do movimento de um corpo em um plano inclinado. Ao iniciarmos uma nova análise de um suposto problema que envolva aclives ou declives podemos partir da necessidade de considerar os eixos unitários das direções

inclinados com a mesma angulação do objeto a mover. Percebemos aqui que a experiência com um caso pontual da dinâmica newtoniana serve como referência aos demais problemas que possam ser similares. Sabemos também que o fato da lei fundamental da dinâmica ter sido o ponto de partida para solucionar problemas com dimensões cotidianas serve como justificativa para reconhecer esta lei como adequada a se aplicar no caso.

Assim, é visível que há uma espécie de bom senso baseado nas experiências anteriores com a análise de problemas. Os motivos não óbvios para assumir algumas escolhas de ponto de partida são, em grande parte, herança da bagagem construída ao longo da formação científica.

É importante perceber que as concepções acima possibilitam uma breve visão das ferramentas paradigmáticas que proporcionam a ciência normal e a autonomia de desenvolvimento tal qual conhecemos no meio científico. No próximo capítulo iremos nos ater somente ao funcionamento da ciência normal e a relação íntima da mesma com a solução de quebra-cabeças.

Por fim, dentro da história da humanidade tivemos diversos momentos marcados pela crise, momentos em que não estava posto como óbvia a veracidade de uma determinada vertente de pensamento defendida por uma teoria. Esses pontos críticos dentro da história geralmente são associados a grandes nomes e são frequentemente lembrados, como o caso de Galileu e a contraposição ao geocentrismo defendido pela igreja e a cosmovisão aristotélica. O exemplo da revolução copernicana, como chamada por Thomas Kuhn em uma outra obra, é uma lembrança clara do funcionamento da ciência em períodos de crise.

The story of the Copernican Revolution has been told many times before, but never, to my knowledge, with quite the scope and object aimed at here. Though the Revolution's name is singular, the event was plural. Its core was a transformation of mathematical astronomy, but it embraced conceptual changes in cosmology, physics, philosophy, and religion as well (KUHN, 1957, p.03).

Neste momento podemos perceber a noção de paradigma, em cada uma das formas de visão de mundo, estando representadas respectivamente por duas principais ideias: o Sol é centro do nosso sistema solar, a Terra é um planeta que o orbita, e a Terra está imóvel no centro do universo, sendo orbitada pelos demais corpos celestes. O trecho citado acima demonstra que, além do percebido por uma análise superficial da revolução científica mencionada, temos as repercussões devidas em toda a sociedade; os aspectos culturais e religiosos que precisam acompanhar a mudança ou ser parte da motivação de ocorrência da mesma.

Além do mais, é um bom exemplo a se pensar entre pré-ciência e ciência. Muitos cientistas atribuem a Galileu o título de primeiro físico tal qual hoje em dia compreendemos.

Primeiro é preciso dizer que não há uma preocupação, por parte de Galileu, em sistematizar um método científico abstrato, que se assemelharia a um trabalho de epistemologia: “Galileu nunca se interessou por escrever um tratado sobre o método científico”, lembra Videira. Mas há interpretações favoráveis à ideia de que ele forneceu um paradigma para a futura pesquisa científica, alicerçando-a nos princípios da experimentação, reproduzibilidade dos resultados, e atenção aos padrões naturais com tendências universalistas ([ALBERGARIA, 2009, p.02](#)).

Podemos observar as contribuições de Galileu para a ciência através da perspectiva defendida por Kuhn em E.R.C. Ao contribuir na formação de paradigmas da matriz disciplinar, Galileu ajudou na consolidação de ferramentas matemáticas ao se abordar fenômenos da natureza. A metodologia por ele assumida serviu de ponto de partida para muitos outros nomes dentro da física, adicionando valores ao corpo paradigmático. Isto está além da conhecida defesa do heliocentrismo e é algo estrutural para ciência contemporânea.

3 CIÊNCIA NORMAL E CRISE

Segundo Kuhn, a ciência normal tem relação íntima com o conceito de paradigma. Uma possível interpretação para o desenvolvimento da ciência é a busca constante pela prática da ciência normal, dado que a produção de um paradigma compartilhado, dentro da comunidade, marca o fim da pré-ciência. Uma face desse comportamento da ciência foi exemplificada na E.R.C em relatos sobre a óptica:

Nenhum período entre a Antiguidade remota e o fim do século XVII exibiu uma única concepção da natureza da luz que fosse geralmente aceita. Em vez disso havia um bom número de escolas e subescolas em competição, a maioria das quais esposava uma ou outra variante das teorias de Epicuro, Aristóteles ou Platão ([KUHN, 1987](#), p.56).

O trecho acima descreve o período em que o ramo da física que conhecemos como óptica esteve sem paradigma consolidado. Este momento histórico nos é interessante por conta da possível análise do processo de transição entre pré-ciência e ciência normal. Segundo Kuhn, em seu livro, o corpo de cientistas interessados na óptica tinha um grande desafio em mãos ao trabalhar nesta área anteriormente ao paradigma da luz corpuscular proposto por Newton. Isso se dava pela constante confecção de bases e fundamentos que cada uma das pessoas, ou grupos, teriam de criar para abordar o tema. Ao analisar os textos produzidos nesse período era difícil reconhecer normas comuns entre os membros, a pesquisa desenvolvida em parâmetros quase aleatórios impossibilitava a concatenação do saber pertinente ao assunto. Tal comportamento é característico ao período pré-científico e nesse momento temos a aparente inutilidade da produção de material teórico do ponto de vista do progresso cumulativo de informações. Como dito, havia pouca comunicação possível entre membros e as bases criadas por essas pessoas eram quase que ignoradas por outros membros com ambições de desenvolver pesquisas acerca da luz até Newton. Segundo Kuhn a principal evidência que temos da natureza paradigmática da perspectiva corpuscular da luz é que, após ser apresentada por Newton, houve numerosos trabalhos posteriores fundamentados nela, exibindo comportamento característico da ciência normal. A maneira como o trabalho de Newton impactou na criação de normas e pontos de partida para outras pessoas interessadas é o que o caracteriza como possível primeiro paradigma da óptica. Esta descrição da história da óptica parece equivocada, mas serve bem pra exibir o funcionamento paradigmático entendido por Kuhn.

Dúvidas intrigantes nos levam ao questionamento: pesquisadores durante a pré-ciência são cientistas, mesmo que seus trabalhos não produzam ciência dentro

da perspectiva de Kuhn? Em E.R.C eles podem ser vistos majoritariamente como cientistas; a análise aqui se atém ao produto e mecanismos da produção e classificar com título de valor cientistas não é parte do objetivo.

O trabalho desenvolvido no período compreendido como pré-científico ainda assim possuía teorias que se propunham a ser paradigmáticas, mas eram diferentes em essência da noção de paradigma como dito na E.R.C.

[...] pode haver um tipo de pesquisa científica sem paradigmas. Ou pelo menos sem paradigmas tão inequívocos e coercitivos como aqueles que nomeamos acima. A incorporação de um paradigma – e o tipo mais esotérico de investigação que ele permite – é um sinal de maturidade no desenvolvimento de qualquer campo científico (KUHN, 1987, p.19).

A passagem citada nos aponta mais uma das ambiguidades com que somos levados a lidar ao adotar o sistema científico paradigmático proposto por Kuhn. Este é um ponto que não é evidente: se a pesquisa pré-científica possui paradigmas ou não. Ao menos somos levados a crer que perspectivas amplamente aceitas de forma generalizada na comunidade de estudiosos serão paradigmas.

As definições que podem ser concluídas com a leitura da E.R.C. sobre a perspectiva kuhniana da prática científica nos indicam que existem áreas do saber que possuem em si maior “maturidade” quando comparadas a outras. A posse de ao menos um paradigma é o principal parâmetro para diferenciação. Essa noção fica ambígua quando tratamos das ciências sociais e humanas. A essas áreas é atribuída a ausência de paradigmas que unifiquem o corpo de membros a uma prática científica, sendo que existem óbvios valores compartilhados no grupo esotérico. Um exemplo dado pela psicologia, com seu foco na saúde e bem estar dos sujeitos envolvidos.

Para além do título de científico, os conhecimentos do interesse das ciências sociais parecem ter outros problemas, segundo a E.R.C.

E permanece uma questão aberta quais partes da ciência social já teriam adquirido algum paradigma, mesmo nos dias de hoje. A história sugere que o caminho para um firme consenso na pesquisa é extraordinariamente árduo (KUHN, 1987, p.23).

Um dos problemas menos complexos é o da existência simultânea de teorias concorrentes; o não consenso da comunidade impossibilita a ciência normal tal qual conhecemos na física. Entretanto, seria este um fator determinante para diagnosticar a baixa maturidade de uma determinada área do saber? Kuhn defende que a prática da ciência normal é fator importante na maturidade de um campo científico. Embora haja essa questão quando tratamos das ciências sociais, as próprias ciências da natureza não aparentam estar à parte desse comportamento. Por exemplo, a química, conforme o

contexto apropriado de um sistema teórico, lida bem com o uso de modelos atômicos simplificadores que são utilizados para descrever fenômenos e que se mostram suficientes ao caso. Existem casos em que a teoria ultrapassada permanece na cultura como ferramenta didática ou aproximada. Um exemplo óbvio é a mecânica newtoniana em comparação com a relatividade de Einstein. Nesses casos existe a noção prévia da parte dos membros da comunidade científica de que é unânime a melhor adequação da cosmovisão proporcionada por Einstein quando comparada com a proporcionada pelas teorias de Newton. Em contrapartida, existem fenômenos dentro do domínio da física em que formulações distintas, de duas diferentes áreas, acerca da realidade proporcionam resultados equivalentes e ambas vertentes estão em vigor. Esses casos servem como fator a corroborar a veracidade das áreas envolvidas e não apontar que seja esse campo imaturo. Exemplo disso são os pontos de interseção entre a óptica, eletromagnetismo e os primórdios da mecânica quântica que dialogavam, apontando umas às outras os caminhos do que era coerente dentro da comunidade científica.

Com a adequação de um consenso dentro da comunidade de pesquisadores e a definição de um núcleo de valores, instaura-se o que conhecemos como paradigma e assim se inicia a prática da ciência normal. Partindo dessa base proporcionada pelo paradigma, torna-se possível que a ciência se articule dentro do seu saber. O trabalho científico é então direcionado ao detalhamento e aprofundamento de seu alcance, desmembrando consequências do paradigma ou abordando fenômenos que estão presentes na cultura científica e permaneciam sem resolução. Explicitamente Kuhn defende essa perspectiva:

Como essas indicações sugerem, somente a recepção de um paradigma transforma um grupo meramente interessado no estudo da natureza em uma profissão ou, pelo menos, em uma disciplina (KUHN, 1987, p.26).

Um dos marcos mencionados na E.R.C para o início da prática da ciência normal é a ruptura do grupo esotérico² que compõe os membros da área com a comunidade geral da sociedade.

Já na antiguidade, os relatos de pesquisa da astronomia e da matemática deixaram de ser inteligíveis para uma audiência apenas genericamente educada (KUHN, 1987, p.27).

As consequências da aquisição de um paradigma são variadas, sendo a possibilidade da prática da ciência normal uma das mais frutíferas delas. A natureza da incompletude do saber é inexorável, o paradigma não elimina a dúvida e o questionamento diante a natureza, embora a tentativa de adequação a uma narrativa central

² Grupo que possui práticas ou saberes ensinados a um número restrito de pessoas.

é substancialmente mais simples que a abordagem ainda não ancorada em um paradigma.

Um exemplo do comportamento da ciência normal foi a tentativa de adequação da mecânica dos corpos celestes criada por Newton ao conhecimento sobre corpos terrenos.

Finalmente, os Principia foram desenhados principalmente para problemas da mecânica celeste. De modo algum estava claro como adaptá-los para aplicações terrestres. Principalmente para aquelas aplicações do movimento forçado ([KUHN, 1987](#), p.37).

Apesar das dificuldades encontradas de início, ainda assim havia a esperança na comunidade de cientistas da época de que a mecânica de Newton logo seria ampliada em alcance. Essa nova descrição tinha a tarefa de responder não só questões da natureza do comportamento celeste, mas também conseguir descrever o nosso mundo cotidiano.

Existe como motivação dentro da comunidade científica a ambição por certeza, conhecimento da “verdade” última sobre a natureza e finitude, com o acúmulo de todas as informações sobre o funcionamento do universo. Essa ambição é uma idealização para se ter no horizonte sempre um ponto que se almeja alcançar. O movimento natural após o surgimento de um paradigma é a tentativa de enxergar os fenômenos naturais como articulações do saber proporcionado por ele.

Quando examinada mais de perto – seja historicamente ou no laboratório contemporâneo –, a ciência normal parece uma tentativa de forçar a natureza para dentro da caixa pré-moldada e relativamente inflexível que o paradigma fornece ([KUHN, 1987](#), p.31).

Grande parte do contínuo trabalho desenvolvido durante a ciência normal é a gradativa incorporação dos fenômenos que são gerados pelo próprio paradigma. Com a articulação dos fundamentos da teoria em vigor, podemos encontrar previsões inusitadas ou de grande importância para os interesses do contexto da gênese da teoria. A prática da ciência normal destinada à compreensão dos limites do paradigma e a busca por consequências até então não vistas antes são muito comuns, porém nem só dessa tarefa se dá o desenvolvimento científico. Muitas vezes o desenvolvimento de tecnologias e a busca por adequação de situações cotidianas ao universo previsto pela teoria são vistas como trabalho secundário de baixa complexidade:

Uma parte do trabalho teórico normal – ainda que apenas uma pequena parte – consiste simplesmente no uso da teoria existente para predizer informações fatais que tenham alguma utilidade social. A elaboração de calendários astronômicos, o cálculo das características das lentes e a produção de curvas de

propagação de rádio são exemplos de problemas dessa ordem. Contudo, geralmente os cientistas acham isso um trabalho medíocre que deve ser deixado para engenheiros e técnicos(KUHN, 1987, p.36).

Com o passar da prática da ciência normal, ainda existe a possibilidade de serem encontradas anomalias que se mostram difíceis ou impossíveis de serem adequadas ao conjunto de ideias base que compõem o paradigma. Logo, ainda existe a possibilidade de que não seja possível a adequação das inferências empíricas a previsões. A relação entre ciência normal e anomalias geradas prática desenvolvida com paradigmas é um fator que afeta a segurança que podemos ter na filosofia defendida na E.R.C. Os problemas sem solução imediata vivenciados nessa prática ocasionalmente podem gerar dois tipos principais de situações: quebra-cabeças ou crises. Geralmente problemas capazes de instabilizar paradigmas nem mesmo são vistos pelos praticantes da ciência normal.

Quando examinada mais de perto – seja historicamente ou no laboratório contemporâneo –, a ciência normal parece uma tentativa de forçar a natureza para dentro da caixa pré-moldada e relativamente inflexível que o paradigma fornece. Não faz parte dos propósitos da ciência normal revelar novos fenômenos(KUHN, 1987, p.31).

A grande maioria das dificuldades encontradas no trabalho científico é vista como possível dificuldade advinda das pessoas envolvidas no desenvolvimento da ciência. Não é comum que, aos primeiros empecilhos obtidos na pesquisa científica, se questione a validade dos paradigmas. Os problemas gerados ainda assim não serão necessariamente um problema para o paradigma; a comunidade pode entender tais problemas como limitados ao desenvolvimento técnico da época e deixá-los de lado como de responsabilidade das gerações futuras.

Já as crises são obtidas com menor frequência. Elas são nítidos ataques ao paradigma em vigor e apontam para a reformulação das bases que fundamentam a pesquisa científica. Os caminhos que levam a uma crise são mais complexos que a simples existência de inferências empíricas de dados que se contrapõem às expectativas; existe toda uma rede de circunstâncias necessárias para tal revolução acontecer.

Sejam crises ou quebra-cabeças que no futuro poderão encontrar resposta, tanto a diferenciação do que nos direciona a estes pontos como o que os caracterizam como distintos, veremos em mais detalhes no próximo capítulo.

Dada a adequação da natureza à experiência através do paradigma, a práxis científica ganha características marcantes com o foco em áreas minúsculas e não busca pelo novo ou inovação. É uma tentativa contínua de articulação de fenômenos e teorias com que o paradigma já é capaz de lidar.

A prática da ciência normal pode ser exemplificada em três principais pontos:

1. Medir constantes universais, aumentar a precisão e amplitude dos dados que são básicos para a construção da literatura da ciência, como, por exemplo, em Mecânica dos meios Contínuos, a compressibilidade dos materiais.
2. Inferir experimentalmente consequências deduzidas do paradigma.
3. Transpor as resoluções adquiridas pelo paradigma a um grupo maior de fenômenos.

De forma sucinta, a primeira atividade mencionada dentro da ciência normal diz respeito às grandezas que se tornaram cruciais para a prática científica. Com a incorporação de um novo paradigma, as variáveis que descrevem os fenômenos são alteradas, o que caracteriza a partir disso uma nova configuração de prioridade de cada um dos conceitos a ser empregado.

Em ocasiões diversas, essas determinações fatuais significativas incluíram: na astronomia, as posições e magnitudes das estrelas, o eclipse das estrelas binárias e o eclipse dos planetas; na física, as gravidades específicas e a compressibilidade dos materiais, os comprimentos de onda e as intensidades espectrais, as condutividades elétricas e os potenciais de contato (KUHN, 1987, p.32).

A segunda atividade é relacionada com necessidade íntima da comunidade científica em inferir da natureza dados que corroborem a crença no paradigma em vigor. É a única das três maneiras de prática da ciência normal que visa constantemente à incorporação de evidências empíricas ao corpo de justificativas para o crédito da teoria em vigor.

Um exemplo recente dessa prática foi a detecção da existência de ondas gravitacionais no *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* (LIGO). Tal fenômeno já era previsto pela cosmovisão derivada do paradigma que propõe maleabilidade ao espaço-tempo. Embora a grande sensação de validação, apesar da lógica clássica³ conspicuamente defender a não validação por inferência experimental, que é proporcionada ao se desenvolver com sucesso essa etapa da prática da ciência normal, o fruto desse trabalho não parece ainda ter qualquer utilidade para além do confronto proporcionado ao grupo esotérico de cientistas. A estrutura de argumentação presente na ciência é baseada em indução⁴, é importante lembrar que não existe número finito de evidências corroborando a veracidade de uma teoria, comprovando sua validade e findando o questionamento acerca da mesma.

³ Área da filosofia responsável por analisar validade. Um argumento válido é aquele cuja verdade da conclusão é preservada a partir da verdade das premissas.

⁴ “Um argumento é indutivamente forte se e somente se é improvável que sua conclusão seja falsa quando suas premissas são verdadeiras, e o argumento, além disso, não é dedutivamente válido. O grau de força indutiva depende de quão improvável é a possibilidade de ser falsa a conclusão quando suas premissas são verdadeiras” (SKIRMS, 1966, p.18).

O sistema indutivo científico nos gera como fruto alguns problemas. Como posto nos parágrafos anteriores, a prática da ciência normal é tida como um dos objetivos do empenho científico, e durante maior parte da história da ciência estamos lidando com ela. Em função disso, sabemos que grande parte da comunidade de cientistas desempenhará tal papel, preenchendo a literatura desse grupo esotérico cada vez mais com publicações, tendo a ambição de extrair, por algum meio palpável, a veracidade dos fenômenos que o paradigma prevê ou explica.

A razão ou lógica são palavras que representam o senso comum construído ao redor da imagem do pensamento científico, contudo não há como desviar o olhar para a quebra desse ideal quando analisamos minunciosamente sua estrutura de funcionamento. Por essa e outras razões Hume se posiciona contra a racionalidade rígida associada à ciência:

A conjunção constante dos fenômenos empíricos conduz as mentes humanas para o estabelecimento de inferências indutivas que são fundamentais para toda e qualquer ação. Para Hume, o princípio da natureza humana que guia as nossas inferências indutivas é o hábito ou o costume. Este princípio não provém da razão e é tomado como um instinto animal de sobrevivência para a ação e comportamentos humanos. Temos o hábito de formar expectativas e, naturalmente, o homem evita o lume e reproduz-se ([CASTRO; FERNANDES, 2014, p.5](#)).

Por último, configurando um terceiro tipo de trabalho desenvolvido durante a ciência normal, temos as medições de características da natureza como, por exemplo, as constantes universais e a articulação do paradigma dentro das áreas mais específicas, criando assim subdivisões cada vez menores e mais focadas em cada uma das aplicações convenientes ao desenvolvimento de áreas tecnológicas e afins.

Um bom exemplo disso foi o trabalho desenvolvido por grandes nomes da matemática baseados na mecânica Newtoniana.

Certas técnicas teóricas, por exemplo, foram requeridas para tratar os movimentos de mais de dois corpos atraindo-se mutuamente e para investigar a estabilidade de órbitas perturbadas. Problemas como esses ocuparam os melhores matemáticos da Europa durante o século dezoito e o início do século dezenove. Euler, Lagrange, Laplace e Gauss fizeram alguns de seus mais brilhantes trabalhos sobre problemas que visavam à melhoraria do ajuste entre o paradigma de Newton e a observação dos céus. Simultaneamente, muitas dessas figuras trabalharam para desenvolver a matemática exigida por aplicações que nem Newton nem seus contemporâneos da escola de mecânica da Europa continental sequer tentaram desenvolver. Eles produziram, por exemplo, uma imensa literatura e algumas técnicas matemáticas muito poderosas para a hidrodinâmica e para o problema das cordas vibratórias ([KUHN, 1987](#),

p.38).

De acordo com a perspectiva defendida na E.R.C, a prática realizada durante a ciência normal pode ser, em maioria absoluta, incorporada a uma das mencionadas acima. Existe sim a possibilidade de feitos extraordinários, embora essas ocorrências sejam raras e muito provavelmente removam a comunidade científica da prática da ciência normal.

No trecho a seguir, Kuhn relata sobre a pesquisa realizada acerca do aquecimento por compressão, em que cientistas comparavam dados experimentais e modelagens teóricas para melhor descrevê-los:

[...] Seu trabalho não produziu simplesmente nova informação, mas um paradigma mais preciso, obtido pela eliminação das ambiguidades ainda retidas pelo original sobre o qual eles trabalhavam. Em muitas ciências a maior parte do trabalho normal é desse tipo. Essas três classes de problemas – determinação do fato significativo, sintonia do fato com a teoria e articulação da teoria – esgotam, penso eu, toda a literatura empírica e teórica da ciência normal (KUHN, 1987, p.40).

De modo geral, após estudarmos de forma íntima a maneira como a perspectiva kuhniana comprehende o processo de desenvolvimento do trabalho científico durante a maior parte de seu percurso, poderíamos erroneamente apontar o papel da ciência como menos dotado de seriedade ou talvez rigor lógico, devido questões como a busca aparente por validação e foco no conhecido. As críticas existentes no que concerne à prática da ciência normal e aos problemas como o presente na indução não podem infirmar o sucesso do empenho científico. Os traços que geram tamanha complexidade no que diz respeito ao funcionamento do mecanismo que compõe a ciência, apontando para possíveis incoerências, são os mesmos que confeccionam o inquestionável produto valioso de nossa sociedade.

As áreas investigadas pela ciência normal são claramente minúsculas. O empreendimento que estamos discutindo tem uma visão drasticamente restrita. Mas essas restrições – nascidas da confiança dos cientistas em um paradigma – resultam essenciais para o desenvolvimento da ciência. Ao focar a atenção sobre um pequeno conjunto de problemas relativamente difíceis de resolver, o paradigma força os cientistas a investigar alguma parte da natureza em tal grau de detalhamento e profundidade que seria inimaginável de outro modo (KUHN, 1987, p.31).

Os críticos do trabalho desenvolvido por Kuhn na E.R.C. apontam que existem aspectos defendidos pela perspectiva kuhniana que culminam em certa irracionalidade científica. Um dos aspectos que podem exemplificar um ponto crítico dentro do pen-

samento Kuhn é a busca pela inferência dos saberes paradigmáticos durante a prática da ciência normal, sendo esta a segunda versão, explicitada nos parágrafos anteriores, de trabalho científico durante o período normal. Enraizada em indução, essa questão não possui saídas claras.

Para fundamentar as inferências e fugir da interpretação subjetiva vinculada ao hábito de Hume, podemos observar o empreendimento filosófico de tornar a indução uma versão probabilística de lógica :

O objectivo de Carnap (1962), em *Logical Foundations of Probability* (LFP), consiste não apenas em apresentar uma interpretação do termo probabilidade, mas também em aplicar essa interpretação a uma nova abordagem ao problema da indução, apoiada nas seguintes concepções básicas: 1) que todo o raciocínio indutivo, no sentido de não-dedutivo ou não-demonstrativo, é probabilístico; e 2) que a concepção de probabilidade consiste numa relação lógica e objectiva entre duas proposições – hipótese e dados observacionais ([CASTRO; FERNANDES, 2014, p.15](#)).

O exemplo referido acima é um de muitos trabalhos que tem como árdua missão contornar a insegurança gerada no uso da indução. Infelizmente essa busca por resolução nos gera alguns outros problemas com grande complexidade, trazendo à tona novas questões, como a difícil definição de probabilidade e a atribuição de pesos probabilísticos aos fenômenos possíveis de ocorrer. Este problema ainda permanece sem resposta: como atribuir peso probabilístico a um estado de ocorrência sem conhecer todos os estados possíveis, mesmo que tal tarefa deveria nos fazer conhecer o que estamos previamente estipulando como conhecido?

Problemas dessa natureza são abordados na filosofia de forma ampla, contudo não serão aprofundados aqui, dado o foco do trabalho em crise e progresso da ciência⁵.

A relação de quebra com a ciência normal é importante e podemos partir dos mesmos detalhes apontados acima. Durante a prática, seguindo ainda a inferência de características previstas pelo paradigma, temos o que parece ser um grande produtor de situações problema com potencial para desestabilizar o paradigma em vigor. Inferências experimentais contrárias ao paradigma são fortes influências de que há incompletude ou inadequação, embora essas incongruências sejam em maioria atribuídas às pessoas que praticam ou às ferramentas que ali foram utilizadas.

Mas, se o objetivo da ciência normal não são as grandes novidades concretas, e se o fracasso em se aproximar do resultado antecipado é habitualmente um fracasso personificado pelo cientista, então por que esses problemas acabam

⁵ Para saber mais informações indico [Castro & Fernandes \(2014\)](#).

sendo enfrentados de uma maneira ou de outra? (KUHN, 1987, p.42).

Essa pergunta já fora respondida: a abrangência e profundidade do alcance do paradigma se dão como objetivo. Porém, é visto que inconsistências obtidas por inferências podem gerar mudanças no paradigma, principalmente quando a incorporação das anomalias pode ser vista meramente como processo de adição ao corpo de crenças que constituem o paradigma.

Um exemplo do que foi dito no parágrafo anterior foi o caso do raio-x. Roentgen os percebeu como uma nova coisa, enquanto tal fenômeno já era passível de estar acontecendo em outros laboratórios interessados em raios catódicos comuns em sua época. O paradigma do eletromagnetismo de Maxwell ainda era jovem e não havia crenças centrais que impossibilitavam esse comportamento da natureza. Os empecilhos para a incorporação dos raios-x à física ocorreram em relação a não credibilidade de sua montagem ou dados.

Podemos perceber que a existência do raio-x era uma crença periférica na visão holística proporcionada pelos paradigmas existentes e emergentes em seu tempo. Essa passagem nos leva a questionar os motivos que podem proporcionar uma inferência que tenha o peso necessário para desestabilizar um paradigma. O fenômeno que esteve possivelmente presente nos experimentos de raios catódicos em outros laboratórios era novo para Roentgen. Essa mesma arbitrariedade parece cair sobre o que leva uma inferência ser geratriz de uma crise ou instabilidade no paradigma.

Focando particularmente na natureza das crises no sistema kuhniano, podemos entender como crise quaisquer que sejam os problemas que evidenciem características da natureza que estejam além da capacidade interpretativa do paradigma em vigor. Desse modo, percebe-se que, ao pensar no período pré-paradigmático, é difícil definir crise ou é até desnecessário.

A crise é de natureza efêmera quandoposta diante do questionamento. A natureza unicamente lógica, que o senso comum atribui rigidamente ao comportamento da ciência, logo se revela insustentável. A cultura parece ter maior dos seus papéis dentro dessa discussão, visto que um conhecimento pode ter número grande de inferências contrárias e, ainda assim, perdurar por anos em detrimento de outros alinhados com dados e valores ditos científicos, como foi o caso ocorrido durante a revolução copernicana. Uma possível justificativa para esse comportamento anômalo é a de que os paradigmas em vigor nos períodos anteriores a Galileu poderiam não conter os valores que moldaram parte da ciência tal como conhecemos, sem os critérios de base operando no julgamento de análise e decisões da comunidade. É relativamente comum a interpretação de que a prioridade em atender as mais íntimas necessidades ideológicas da sociedade Europeia na Idade Média e Moderna era sinônimo a atender os parâmetros da igreja e a ruptura ocorre com a ascensão da ciência. Interessante ressaltar que os valores aqui regem também a moral e apontam profundamente para uma nova estrutura básica em que Friedrich Nietzsche desenvolve em alguns de seus textos.

Pensar a ciência como uma “contrapartida” da visão de mundo cunhada pelo

sacerdote podia parecer algo óbvio no final do século XIX. Várias narrativas histórico-culturais relatavam uma transformação da posição das ciências, de acordo com a qual a humanidade teria se desenvolvido, desde um início primitivo e infantil, num processo contínuo, até chegar afinal à sobriedade do homem adulto na Europa contemporânea. Variações dessa história de progresso acham-se em numerosos autores do século XIX, como por exemplo nos livros, estudados minuciosamente por Nietzsche, de John William Draper. Ela foi formulada de modo particularmente incisivo por Auguste Comte em sua lei dos três estados. Depois que as ciências destruíram os sistemas religiosos e metafísicos tradicionais por meio da sua crítica prática, elas mesmas deveriam tomar o lugar deixado livre (HEIT, 2017, p.379).

Voltando às crises, mesmo com os valores introduzidos na ciência tal qual conhecemos, não podemos afirmar ausência de forte subjetividade no seu caráter destrutivo ao paradigma. Apesar de absurdo, aparentemente as crises são objetos de interesse da ciência normal ao mesmo passo que esse período da ciência está intimamente ligado a não ruptura com o paradigma. Nesse momento de prática normal, as ditas crises são apenas quebra-cabeça ou charadas como nomeia Kuhn.

Mas para o trabalho científico-normal – isto é, para o trabalho de resolução de charadas no interior da tradição que os manuais definem – o cientista está quase perfeitamente equipado. Além disso, ele também está bem equipado para uma outra tarefa: a geração de crises importantes por meio da ciência normal. Deixemos claro que quando irrompem essas crises o cientista já não está tão bem preparado para enfrentá-las. Embora as crises prolongadas provavelmente se traduzam em uma prática educacional menos rígida, o treinamento científico não chega a ser desenhado de modo a produzir a pessoa que descobrirá com facilidade uma nova e inventiva abordagem (KUHN, 1987, p.165).

Não é explicitado o que fará uma crise ser capaz de se prolongar na mente da comunidade científica ou serposta como sujeita à resolução pelas gerações futuras. Contudo, sabemos que há grande resistência da comunidade contemporânea a uma crise em relação a seu paradigma, a dita flexibilização na formação de membros pode ser uma válvula sutil de abertura às futuras revoluções científicas. Uma revolução científica pode ser entendida pela aquisição de um novo paradigma, essas mudanças serão importantes no capítulo a seguir e nos aprofundaremos nisso. Podemos ver a forte relação entre crise e revolução na seguinte passagem.

A emergência de novas teorias é geralmente precedida de um período de acentuada insegurança profissional porque isso demanda destruição de paradigma em larga escala e enormes mudanças nos problemas e técnicas da ciência normal. Como era de se esperar, a insegurança é gerada pelo fracasso persistente

em fazer as charadas da ciência normal terem o desfecho devido (KUHN, 1987, p.71).

Existem outras maneiras de produzirmos crises e possíveis revoluções. Kuhn aponta de forma um tanto vaga que existem outras maneiras além das crises, isso no posfácio da E.R.C., em resposta às críticas de seus leitores sobre as origens da revolução científica. Ele também nos lembra que existe a possibilidade de crises que são geradas por sub-áreas diferentes de uma mesma ciência ou pela criação de um novo aparelho de medida mais preciso por essas ramificações de uma mesma área científica.

Durante capítulos referentes à crise, a E.R.C. parece enumerar casos históricos que corroboram a visão kuhniana acerca das mesmas, apontando paradigmas, suas crises e o terreno propício assim gerado para que ocorram revoluções. Podemos notar que há, sim, grande força na ideia de que a ciência funciona da forma descrita por Kuhn, sua filosofia parece ser descritiva e não explanatória. Em defesa ao posicionamento de Kuhn temos a noção que o comportamento médio da ciência até o ponto de crise se dá pelos meios levantados em seu texto.

No mesmo posfácio citado anteriormente, Kuhn parece estar consciente da situação das crises em E.R.C. :

Hoje penso que seja uma fragilidade do meu texto original que tão pouca atenção tenha sido dada a valores tais como a consistência interna e externa na consideração das fontes de crise, e como fatores da escolha da teoria (KUHN, 1987, p.182).

4 PROGRESSO E INCOMENSURABILIDADE

Para dar início à discussão do progresso, devemos pontuar algumas das noções importantes que serão assumidas a partir daqui. Na E.R.C. podemos notar que as crises geradas pela prática da ciência normal são tratadas como a única e principal fonte de revoluções científicas. Entende-se como revolução científica a aquisição de um novo paradigma, porém isso se manifesta de forma específica para Kuhn.

As revoluções científicas parecem ser aquelas em que as crises são capazes de fomentar a troca de um paradigma por um outro mais adequado aos problemas e dados experienciados pelo grupo esotérico. Mas há algo sutil nessa descrição, e um exemplo pode ajudar a compreender.

O trabalho realizado por Max Plank sobre a radiação do corpo negro teve algumas nuances em seu desenvolvimento, de acordo com a descrição histórica dada por Kuhn, aprofundada em seu livro *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity* (1978). Quando a primeira solução encontrada por Plank foi publicada, tinha em sua essência um erro crucial para a noção de quantização de energia que serveria de pontapé para muitos outros trabalhos posteriores.

Os primeiros resultados de Plank derivavam de técnicas desenvolvidas na pesquisa de Ludwig Boltzmann para o problema do comportamento de um gás. Nesse trabalho, Boltzmann tem muito êxito em descrever a energia cinética das moléculas através de um método novo, baseado na teoria das probabilidades. Esse problema já tinha sido solucionado anteriormente por caminhos mais complexos.

De forma qualitativa, podemos dizer que Boltzmann percebia que cada uma das moléculas que constituía o gás poderia portar parte da energia total do gás. Existem combinações de distribuições de energia diferentes entre as moléculas e diferentes formas de organizar essas possibilidades equivalentes e equiprováveis. Um caso extremo, por exemplo, seria aquele em que uma única molécula iria conter toda a energia disponível no gás. Não é difícil supor o quanto isso é improvável, é apenas uma possibilidade dentre tantas outras mais ordinárias.

Assim há possíveis repartições de tamanho ε , sendo essa uma pequena parcela de toda energia do sistema a ser distribuída entre as componentes do sistema. A dimensão de ε era variável, e representava uma maneira de dividir a energia total em um número finito de partes iguais ao invés da energia poder ser dividida continuamente. Quando adaptado para o problema do espectro de emissão de um corpo negro com a variação da temperatura, Plank usou ressoadores em suas primeiras publicações. Esses agora eram responsáveis por conter parcelas dessa energia contida no interior do corpo negro. Por fim, em 1900, seu trabalho estipulava dimensões específicas para ε como sendo $\varepsilon = h\nu$,

em que h é a famosa constante de Planck e ν a frequência da radiação. Alguns anos após essa publicação, a prática da experimentação culminou, em 1906, na pesquisa em que perceberam a existência de parcelas de energia bem definidas, o ε então caberia apenas múltiplos específicos dados por $n(\varepsilon)$, sendo $n \in \mathbb{Z}$.

Nos trabalhos seguintes de Planck, a presença dessa descontinuidade fomentou a incorporação do termo “quantum” para se referir às parcelas de energia e os ressoadores análogos aos problemas acústicos se tornaram osciladores. Essas mudanças afetaram o léxico e a semântica da comunidade científica; teremos a partir daqui o presente exemplo para levantar um questionamento: Esse exemplo configura uma revolução científica?

Quando Planck, por volta de 1909, foi por fim persuadido de que a descontinuidade tinha vindo para ficar, passou a usar um vocabulário que tem sido padrão desde a época. Antes ele havia usualmente se referido ao tamanho ε da célula como “elemento” de energia ([KUHN, 2017a](#), p.40).

Podemos notar que existem sim alguns pré-requisitos que parecem indicar, dentro da perspectiva kuhniana, a natureza revolucionária dos trabalhos de Planck, tendo como o principal deles a grande influência que suas contribuições tiveram nas pesquisas da comunidade a partir de então e a introdução linguística dos referidos objetos de estudo. Essas mudanças foram abertamente pontuadas em artigos publicados por Kuhn posteriormente à E.R.C.

Pode-se questionar a natureza de revolução científica a ser atribuída ou não aos trabalhos de quantização da energia de Planck. Contudo, teremos certo desconforto ao comparar o caso anterior à revolução científica presente no momento de transição do sistema geocêntrico/Aristotélico ao sistema heliocêntrico/Newtoniano. Não há dúvidas quanto à identidade revolucionária neste último. A presente questão do valor revolucionário em Planck não é abordada por Kuhn e nem por seus críticos na maioria dos artigos voltados à E.R.C. Mas sabemos que a posição de Kuhn diante dessa questão é bem aberta à incorporação das mudanças como revoluções:

No desenvolvimento político e no desenvolvimento científico a sensação de disfunção que pode levar à crise é pré-requisito da revolução. Ademais, tal paralelismo – ainda que supostamente tensão a metáfora – não vale só para as grandes mudanças paradigmáticas, como aquelas atribuídas a Copérnico e Lavoisier, mas também vale para as mudanças de paradigma muito menores, associadas a um novo tipo de fenômeno, a exemplo do oxigênio e dos raios X ([KUHN, 1987](#), p. 94).

Podemos ver que essa dificuldade de “fechar” ou definir os conceitos em Kuhn não é novidade e é motivo de boa parte das críticas que Kuhn teve de defender em seu

posfácio. A revolução é um processo intimamente ligado à definição de paradigma e esse por si já é um problema de igual complexidade.

Voltemo-nos agora para os paradigmas e perguntemos o que eles possivelmente podem ser. Meu texto original não deixa qualquer outra questão mais obscura ou mais importante. Uma leitora simpatizante – que compartilha minha convicção de que ‘paradigma’ dá nome aos elementos filosóficos centrais do livro – preparou um índice analítico parcial e concluiu que o termo é utilizado de vinte duas maneiras diferentes, pelo menos (KUHN, 1987, p. 179).

Assim como o conceito de paradigma, existe grande parte da identidade das revoluções científicas atribuída à subjetividade humana. De maneira exagerada, parece que qualquer alteração no paradigma, seja por meio de crise ou não, é uma revolução, por outras vezes isso não ocorre.

Embora não tenha pontuado tal característica na E.R.C, Kuhn parece ter consciência da existência e importância do papel social na ciência, dependendo também da comunidade leiga para interpretar a ocorrência revolucionária. Retomando o conceito de paradigma, do qual as revoluções derivam, Kuhn parece reconhecer que deveria atribui-lhe mais nuances oriundas das ciências humanas.

Se esse livro estivesse sendo reescrito, ele começaria, portanto, com uma discussão da estrutura comunitária da ciência – um tópico que se tornou recentemente um significativo objeto da investigação sociológica e que os historiadores da ciência também estão começando a levar a sério. Resultados preliminares, muitos dos quais ainda não publicados, sugerem que as técnicas empíricas requeridas para a exploração da estrutura comunitária da ciência não são triviais. Contudo, algumas dessas técnicas estão à mão e outras estão com o desenvolvimento garantido. A maioria dos cientistas em ação responde sem pestanejar questões sobre suas afiliações comunitárias, dando por certo que a responsabilidade pelas diversas especialidades correntes é distribuída entre grupos com participação determinada, pelo menos em linha gerais. Portanto, vou aqui presumir que meios mais sistemáticos para a identificação desses grupos serão encontrados (KUHN, 1987, p.174).

O óbvio a ser dito aqui é a notória participação social para construção da dita revolução científica, em específico, no caso da transição que culminou no fim do heliocentrismo perceberemos a grande importância ideológica da estrutura social que vigorava até então. A Renascença e a quebra do ideal religioso como única opção central para gerir a sociedade teve drástico papel influenciador. Contudo, as influências do aspecto social presente nas conclusões de Planck e precursores da quantização não pareciam abalar a estrutura cosmogônica que é base para a cosmovisão contemporânea. Aparentemente, a natureza esotérica da ciência prevalece, e os resultados e conclusões

acerca do comportamento estrutural do universo ficam majoritariamente fechados ao grupo.

Superficialmente, podemos apontar que a cultura popular, num processo de reificação⁶, agrega partes convenientes da produção científica aos seus produtos, numa tentativa de relacionar o desconhecido dentro da norma social ao místico, como [Sagan \(2006\)](#) apontou em seu livro *O mundo assombrado pelos demônios*.

Deixemos um pouco de lado a relação entre revolução científica e sua devida caracterização, para analisar o progresso. Dependendo de em qual posição dentro do sistema holístico de crenças a crença destituída de valor durante a revolução científica esteja, podemos concluir a dimensão do impacto social desta transformação.

Fundamentados nessa complexidade da natureza das revoluções científicas, podemos introduzir algumas ideias sobre o processo de evolução científica e o que chamamos de progresso.

Partindo do senso comum, é evidente que a grande maioria leiga acreditará numa certa linearidade do avanço científico e também na capacidade acumulativa dos saberes ao longo da história. Nos próximos parágrafos iremos pontuar algumas perspectivas kuhnianas que parecem ir contra essas ideias e como as conclusões desse posicionamento nos interessam, à medida que nos tornamos mais precisos em descrever o funcionamento da ciência.

Uma das analogias utilizadas para se descrever o processo de transição entre paradigmas diferentes na E.R.C foi a da transição de sistema político:

As revoluções políticas visam à mudança das instituições políticas por vias que essas próprias instituições políticas proíbem. Seu sucesso, portanto, requer o abandono parcial de um conjunto de instituições em favor de outro. Durante a transição, a sociedade não chega a ser plenamente governada através de instituições. De início, basta a crise para enfraquecer o papel das instituições políticas, do mesmo modo como já vimos a crise enfraquecer o papel dos paradigmas científicos ([KUHN, 1987](#), p. 95).

O comportamento das instituições políticas é similar ao das instituições científicas, que se adéqua aos valores definidos por articulações complexas sociais. Assim como a ciência, a política tem seus componentes responsáveis por administrar as bases dessas articulações reduzidas a um grupo mínimo de personagens, aos quais se outorgam poder na mesma medida em que são essas identidades as responsáveis por conhecer os mecanismos do fazer político. Por fim, sabemos que as consequências e decisões reconhecidas socialmente serão decisivas para o futuro de todo o grupo social.

Reduzindo o problema da transição de paradigmas, em uma revolução, ao processo que ocorre na disputa pelo título de mais adequado ao que a experiência empírica

⁶ Conceito de Karl Marx que caracteriza o processo de transformar a norma idiossincrática social.

nos indica, podemos nos questionar sobre a maneira como tal processo se dá. Durante a crise, as diferentes visões de mundo com seus respectivos paradigmas articulam dentro das suas próprias linguagens a descrição dos fenômenos que se tornaram pertinentes na comunidade. A partir de então surge um novo problema, sabemos bem que o posto paradigmático não será perdido até que haja novo sucessor para preencher tal lacuna. As situações e fenômenos que serão importantes para determinar qual paradigma estará em vigor não parecem possuir comunicação de forma simples.

Quando os paradigmas entram em um debate sobre paradigmas – como devem entrar mesmo, em um determinado momento – seu papel é necessariamente circular. Cada grupo usa seu próprio paradigma quando defende um paradigma. É claro que a circularidade resultante não torna errados os argumentos, ou mesmo ineficazes. A pessoa que argumenta em defesa de um paradigma tendo esse mesmo paradigma por premissa pode, não obstante, oferecer uma exibição clara daquilo que será a prática científica para aqueles que vierem a adotar essa nova concepção da natureza (KUHN, 1987, p. 96).

Como paradigmas diferentes produzem concepções de mundo distintas, é complicado encontrar ponto comum de comunicação entre uma teoria e outra. Apesar da possibilidade de utilizarem de mesmas nomenclaturas, os significados que cada grupo atribui não é simples de mensurar e transpor a outra visão de mundo. Para fazer uso da lógica e administrar o pensamento científico segundo uma mecânica que parece seguir o que o senso comum espera da ciência, necessariamente devemos nos posicionar de acordo com algum dos paradigmas e, assim, não há meio pelo qual comparar a eficácia em descrever um fenômeno, já que estaremos falando de fenômenos diferentes em perspectivas distintas.

Ainda assim, qualquer que seja a sua força, o status do argumento circular é só o da persuasão. Ele não pode ser transformado em um argumento logicamente coercitivo, ou mesmo em um argumento probabilisticamente coercitivo para aqueles que se recusam a entrar no círculo. As premissas e valores compartilhados pelos dois partidos que estão debatendo sobre paradigmas não são suficientemente extensos para isso. Ocorre nas escolhas de paradigma o mesmo que nas revoluções políticas. Não há qualquer padrão que seja mais elevado que a aceitação pela comunidade correspondente (KUHN, 1987, p. 96).

Nesse momento nós esbarramos na incomensurabilidade, e exemplificá-la em casos já bem conhecidos da história poderá ajudar a melhor compreender tal característica. Um caso esclarecedor é o da revolução copernicana:

Considere-se a seguinte sentença composta: “ No sistema ptolemaico, os pla-

netas giravam em torno da Terra; no sistema copernicano, eles giram em torno do Sol". Rigorosamente interpretada, a sentença é incoerente ([KUHN, 2017b](#), p.25).

A dita incoerência ocorre devido ao fato de que o termo "planeta" referido em duas cosmovisões diferentes não tem compreensão unívoca. O termo referido, e o que a ele está associado na natureza em cada uma das visões, é completamente diferente, e a maneira de que podemos lê-lo é dependente de nossa perspectiva.

Esse fato ocorre quando nos deparamos com a física de Aristóteles. Ao fazer a leitura de seus trabalhos é muito comum que cientistas lhe atribuam grandioso fracasso na tentativa de descrever o movimento. A mesma coisa ocorre quando tratamos da matéria. De forma resumida, o movimento é compreendido pela transformação de qualidades que a matéria pode manifestar. Crescer ou alterar de intensidade são exemplos; a posição no espaço é uma subcategoria de qualidade. A complexidade da física aristotélica é enorme, e a diferença entre ela e cosmovisões em que nascemos imersos não nos permite a leitura real de seus significados ao primeiro contato. Somente ao transpor seus conceitos-base poderemos ver sentido no tempo de permanência de sua contribuição histórica no ocidente.

Posteriormente à E.R.C, Kuhn defende a existência da incomensurabilidade local. [Kuhn \(2017a\)](#) se faz entender ao assumir a possibilidade de comunicação entre diferentes cosmovisões por meio de conceitos que permeiam as duas perspectivas, mesmo que não sejam noções centrais em nenhum dos paradigmas envolvidos. Em defesa dessa possibilidade temos os experimentos cruciais, como o caso do desvio da luz no eclipse observado em Sobral no Ceará em 1919. Apesar de possuírem conceitos de espaço/tempo completamente diferentes, a relatividade geral e a física newtoniana puderam compartilhar da experimentação num mesmo momento. Havia então alguma comunicação entre o universo segundo Einstein e o referente à visão newtoniana.

Esses fatores parecem palpáveis para quem adentra nos estudos da história da física, entretanto não são confortavelmente aceitos do ponto de vista filosófico. É comum que a irracionalidade seja atribuída à tese da incomensurabilidade e, assim, ela seja amplamente atacada dentro da filosofia.

É curioso o fato de que Kuhn, na ERC, na maioria das vezes em que se refere à tese, lance mão de analogias para explicá-la, o que certamente contribuiu para que ela se tornasse mais obscurecida do que elucidada. Dentre outras, ele estabeleceu uma comparação entre a revolução científica e a mudança de *gestalt* (cf. p. 116), entre a revolução científica e a revolução política (cf. p. 126), entre a revolução científica e os diálogos de surdos (cf. p. 144) e entre a revolução científica e a conversão religiosa (cf. p. 191). Em suma, é como se Kuhn estivesse querendo dizer que, se a psicologia, a política e a religião forem tomadas como sendo do domínio da irracionalidade, então a ciência

natural também deverá sê-lo, já que esta se assemelha àquelas ([MENDONÇA; VIDEIRA, 2007](#), p.173).

A incapacidade de comparação lógica de teorias distintas ante à revolução é algo que realmente incomoda. Incomodaria mais ainda assumir que somos guiados pela irracionalidade através do que chamamos de progresso por revoluções científicas. Esse tipo de progresso parece não garantir acúmulo de informações ao longo da história humana, porém os saberes construídos e hoje em posse da nossa sociedade são consequência de toda trajetória da humanidade tal como ocorreu.

A perda de informações se dá ao mesmo ritmo que perdemos problemas, conceitos e cosmovisões. Nas visões de mundo paradigmáticas residiam as demandas que tais informações sanavam. Com a transposição do mundo para novas diretrizes de um outro paradigma, perderemos, sim, informações. A ciência não apresenta então comportamento gradual e cumulativo como se pode supor. Isso justifica a nomenclatura utilizada “revolução científica”.

[...] Quando mudanças referenciais desse tipo acompanham mudanças de lei ou teoria, o desenvolvimento científico não pode ser inteiramente cumulativo. Não se pode passar do velho ao novo simplesmente por um acréscimo ao que já era conhecido. Nem se pode descrever inteiramente o novo no vocabulário do velho ou vice-versa ([KUHN, 2017b](#), p.25).

Contudo a experiência nos diz que, de alguma maneira, existe uma perspectiva cumulativa dentro da ciência, e isso não é esquecido na E.R.C. A prática da ciência normal é reflexo disso; a gradual expansão dos saberes que o paradigma comporta se dá nessa fase do desenvolvimento científico. Com a grande especialização e detalhamento de informações, não há como negar o comportamento cumulativo e necessário na ciência.

Ainda apontando detalhes sobre o processo de preservar ou não informações para que pudéssemos afirmar que a ciência apresenta comportamento cumulativo, deveríamos ter um comportamento que é possível, porém pouco usual. Com o desenvolvimento de áreas cada vez mais especializadas, pode acontecer que uma nova descoberta ou novo paradigma nasça sem que haja alterações significativas no anterior.

Do mesmo modo, uma nova teoria não teria necessariamente que conflitar com qualquer uma de suas predecessoras. Ela poderia tratar exclusivamente de fenômenos não conhecidos anteriormente. Assim como a teoria quântica, que passou a lidar com fenômenos subatômicos desconhecidos antes do século vinte. Ou ainda, a nova teoria poderia simplesmente ser uma teoria de nível mais elevado que as teorias conhecidas anteriormente ([KUHN, 1987](#), p.97).

Um exemplo de maior abrangência é a própria existência da teoria de conserva-

ção de energia, aparentando servir de conexão entre as mais diversas áreas da ciência, vinculando áreas como a dinâmica, a química, eletricidade e assim por diante. Contudo, o tipo de processo mais comum que ocorre com a introdução de um novo paradigma no meio científico não é esse descrito como cumulativo. Geralmente perceberemos novos paradigmas que não são compatíveis com os seus antecessores, abrindo mão de certa comunicação, em prol de melhor adequação ao experienciado pela comunidade científica.

Percebe-se que são mais comuns revoluções em que um paradigma se depara com uma crise gerada por uma anomalia, surgindo outro que consiga englobar o fenômeno em questão. Durante o processo de prática de ciência normal, a investigação científica não é aleatória, os recursos disponíveis serão direcionados ao concebível pelo paradigma em vigor e é natural ter difícil comunicabilidade com a tradição vigente.

Em geral, a importância da descoberta resultante vai ser proporcional à extensão e à resistência da anomalia que a prefigurou. Então é óbvio que deve haver um conflito entre o paradigma que revela a anomalia e o paradigma que torna a anomalia um fenômeno explicado de acordo com determinadas leis (KUHN, 1987, p.98).

Uma possível regra levantada por Kuhn é a de que novas teorias, objetivando substituir uma em vigor, terão por obrigação solucionar número maior de anomalias que a anterior. Por outro lado, um novo paradigma não tem por obrigação solucionar todas as quebra-cabeças que foram gerados dentro do paradigma anterior, esse comportamento parece antagônico ante a lógica. As anomalias ditam a natureza do novo paradigma, contudo nem tudo que fora solucionado por paradigmas passados será problema para um novo. Simplesmente pode haver perda de significado dentro da base da nova cosmovisão.

Outro aspecto característico do progresso por revoluções científicas é a crença presente na E.R.C de que, ao mudar de paradigmas, mudaremos de mundo. Não estamos falando aqui de uma mudança geográfica; é a noção de que ao mudar as bases que usamos para ter acesso ao perceptível transformamos a realidade que concebemos.

Na medida em que o único acesso dos cientistas a esse mundo dá-se através do que eles veem e fazem, temos vontade de dizer que depois de uma revolução eles estão reagindo a um mundo diferente (KUHN, 1987, p.112).

Nesse e em vários outros aspectos Kuhn esbarra em questões amplas sobre a natureza subjetiva humana. A analogia entre os paradigmas e as línguas não poderia ser resumida a só um dos exemplos descritivos. Para filólogos e neurocientistas, assunto como as cores pode gerar resultados surpreendentes acerca da mente humana, e

veremos na passagem a seguir um relato sobre a aquisição dos conceitos de categorias de cores:

The results suggest that children gradually acquire the organization of such categories, and progress gradually from an uncategorized organization of colour based on perceptual similarity (where dimensions are viewed as continua) to a structured organization of categories that varies across languages and cultures. The increase in the influence of linguistic categorization on memory for colours is progressive and cumulative in both groups. Moreover, without intensive adult input, colour category acquisition is universally slow and effortful (DAVIDOFF, 2005, p.9).

De forma sucinta, podemos reconhecer que culturas diferentes proporcionam experiências idiossincráticas ao grupo de indivíduos ao qual pertence. Não estamos falando aqui de uma mera interpretação, nesse exemplo das cores indivíduos acessam o mundo através dos mecanismos que estão disponíveis em seus domínios linguísticos.

Os diferentes mundos que são apontados por Kuhn passam como um detalhe, porém existe nessa ideia importante papel para compreender a dimensão da incomensurabilidade gerada por grande parte das revoluções.

Em seu último capítulo a E.R.C introduz um questionamento que parece ser responsável pelo principal benefício em enxergar a natureza da ciência pelo viés Kuhniano, uma abertura à subjetividade do que entendemos como progresso.

As revoluções se encerram com a vitória total de um dos dois campos oponentes. Qual grupo vencedor ousaria dizer que o resultado da sua vitória não foi um progresso? Isso seria mais ou menos como admitir que o grupo estivesse errado e que os seus oponentes estivessem certos. Pelo menos para os membros do grupo vencedor, o novo contexto criado pela revolução deve ser um progresso (KUHN, 1987, p.162).

Essa flexibilização da finalidade do intento científico nos induz a enxergar de maneira um pouco menos engessada a prática da ciência de forma geral. Ao observar que o progresso é subjetivo e caracterizado pelo grupo esotérico científico nos momentos de revolução, vemos que não há vínculo que unifique o objetivo final a se atribuir aos “progressos” subsequentes na história humana.

A maneira como Kuhn encontra de explanar essa perspectiva interessante é por meio da analogia da teoria da evolução de Darwin, rompendo com a possível falácia de busca pela verdade última da natureza.

A Origem das Espécies não reconhecia qualquer meta estabelecida por Deus ou pela natureza. Ao invés disso, a seleção natural – operando em um dado ambiente e com os organismos vivos disponíveis no presente – era responsável pela

gradual mas persistente emergência de organismos mais complexos, mais vantajosamente estruturados e imensamente mais especializados ([KUHN, 1987](#), p.169).

É interessante levantar a ideia de que o equivalente ao ambiente é a própria conjuntura criada por crise e anomalias, fornecendo o desconforto crítico aos paradigmas para que se transformem. Esse processo pode ser compreendido então como especiação. Kuhn relata isso em seus escritos posteriores, como bem observam Guitarrari e Pirozelli:

[...] ele próprio admite, a substituição de toda uma tradição científica por outra é um evento raro no curso da história da ciência. Em vez disso, o que ele constata é uma especialização crescente dos campos de conhecimento. Assim, explica ele, “o paralelo biológico da mudança revolucionária não é a mutação, como pensei por muitos anos, mas a especiação” ([GUITARRARI; PIROZELLI, 2020](#), p.169).

De acordo com [Kuhn \(1987, p.170\)](#) a analogia da evolução de Darwin pode levar a algumas interpretações exageradas. Ao compararmos a natureza do funcionamento da ciência e o processo de evolução das espécies, podemos tirar interpretações que justificam esse paralelo. Com o intuito de gerar maior clareza da perspectiva geral, ela cumpre bem seu papel.

5 CONCLUSÃO

A busca pela compreensão do progresso científico por meio de revoluções, conforme apresentado na E.R.C, nos direcionou ao caminho sinuoso que é a busca pela definição básica dos conceitos utilizados por Kuhn. A noção de paradigma se revelou incompleta em suas primeiras aparições e, desde então, Kuhn dedicou parte do seu tempo a responder às críticas. Poucos anos após a publicação de seu livro, Kuhn desenvolveu um posfácio que nos ajudou a atribuir novos significados melhor estruturados ao conceito de paradigma. Apesar da dissecção de aspectos como o de matriz disciplinar e exemplares em etapa posterior ao lançamento da E.R.C, vemos que ainda existem incongruências na capacidade de simplesmente reduzir paradigma a um conjunto fechado de ideias.

Já a ciência normal apontou que o empenho científico é bem monótono e inflexível durante maior parte do trajeto histórico que conhecemos. O grupo de cientistas, compartilhando de valores e normas, apresenta rigidez ao questionar a própria perspectiva do mundo. Acompanhada da esperança num comportamento homogêneo da natureza, existe uma util crítica à ideia de que não seremos logicamente honestos com o conhecimento se buscarmos a validação de nossas crenças por meio de inferências empíricas.

A prática normal se revelou dotada da capacidade de acúmulo de informações em seu progresso, caracterizando-o. Contudo o progresso através de revoluções científicas, como explanado nos capítulos anteriores do presente trabalho, se mostrou menos capaz de transportar informações contidas nas estruturas de pensamento que antecedem cada paradigma em ascensão. O corpo de anomalias e problemas que dão espaço para o surgimento de uma crise parece ser a única entidade que necessariamente estará preservada ao transpor de uma visão paradigmática a outra.

A incomensurabilidade linguística presente na tentativa de interpretar um mesmo fenômeno em duas visões paradigmáticas diferentes serviu como boa justificativa para a perda de informações no progresso por meio de revoluções. Contudo, a irracionalidade surge mais uma vez de forma a instabilizar o crédito dado à filosofia de Kuhn: se duas teorias concorrentes estão inaptas a serem comparadas quanto a suas conclusões acerca da natureza, é sensato pensar que qualquer argumentação coerciva em prol de uma ou outra será ilógica.

Com todas as críticas existentes, para além das citadas brevemente neste capítulo de encerramento, ainda parece valorosa a concepção de ciência proposta na E.R.C e escritos posteriores de Kuhn. A noção de progresso livre da ambição realista de alcançar a verdade parece ser algo mais aproximado do constructo humano que é o empenho

científico.

Conhecemos o sucesso que a ciência nos proporcionou historicamente. Não é necessário que uma nítida construção subjetiva de valores, técnicas e metodologias seja unicamente lógica para que funcione de forma bem sucedida. A imposição de que algum aspecto humano, visando acessar o mundo, o faça por mecanismos exclusivamente lógicos é ingênua.

As várias parcelas abstratas ou indescritíveis do funcionamento científico podem nunca ser alcançadas pela racionalização e, ainda assim, serem parte indispensáveis da construção do conhecimento humano.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, P. Kuhn e a noção de exemplar'. *Principia: Revista Internacional de Epistemologia*, v. 2, n. 1, p. 61–102, 1998. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/13358>>.
- ALBERGARIA, D. O legado de Galileu para a ciência moderna. *ComCiência*, scielocom, n. 112, 00 2009. ISSN 1519-7654.
- CASTRO, E.; FERNANDES, D. O problema da indução. *Compêndio em Linha de Problemas de Filosofia Analítica*, 2014.
- DAVIDOFF, J. Colour categories as cultural constructs. *Neuro-Aesthetics conference*, 2005.
- DEWITT, R. *Worldviews: an introduction to the history and philosophy of science*. 2. ed. 350 Main Street, Malden, MA 02148-5020, USA: Blackwell Publishing, 2010. ISBN 978-1405195638.
- GUITARRARI, R.; PIROZELLI, P. Kuhn e a biologia evolutiva de Darwin. *Revista Helius*, v. 3, n. 2, p. 1744–1776, dez. 2020.
- HEIT, H. Ascese e gaia ciência na “genealogia da moral” de Nietzsche. *Kriterion: Revista de Filosofia*, v. 58, n. 137, p. 373–389, Agosto 2017.
- KUHN, T. Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade. In: CONANT, J.; HAUGELAND, J. (Ed.). *O caminho desde a estrutura*. São Paulo: Editora Unesp, 2017. p. 23–47.
- KUHN, T. O que são revoluções científicas? In: CONANT, J.; HAUGELAND, J. (Ed.). *O caminho desde a estrutura*. São Paulo: Editora Unesp, 2017. p. 1–23.
- KUHN, T. S. *The Copernican Revolution*. 1. ed. 79 Garden Street, Cambridge, MA 02138, United States.: Harvard University Press, 1957. ISBN 0-674-17103-9.
- KUHN, T. S. *A estrutura das Revoluções científicas*. 3. ed. São Paulo, SP.: Perspectiva, 1987. ISBN 978-989-8174-42-0.
- MENDONÇA, A. L. de O.; VIDEIRA, A. A. P. Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Scientia Studia*, v. 5, n. 2, p. 169–183, 2007.
- MURILLO, F. J.; DUK, C. Seguimos necesitando a paulo freire. *Revista latinoamericana de educação*, scielocl, v. 15, p. 11 – 13, 2021.
- NUSSENZVEIG, H. *Curso de física básica: Mecânica (vol.1)*. 5º. ed. São Paulo-SP: Blucher, 2013. v. 1. ISBN 9788521207467. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=dtWsDwAAQBAJ>>.
- SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios*. São Paulo: Companhia de Bolso, 2006.
- SKIRMS, B. *Escolha e Acaso: Uma introdução à lógica indutiva*. [S.l.]: Dickenson Company, 1966.