

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MAIKE MARTINS TOLEDO

**DIVULGANDO A CIÊNCIA: QUAL A RELAÇÃO ENTRE IMAGINAÇÃO E
SUBJETIVIDADE NA METODOLOGIA CIENTÍFICA?**

**UBERLÂNDIA/MG
2023**

MAIKE MARTINS TOLEDO

**DIVULGANDO A CIÊNCIA: QUAL A RELAÇÃO ENTRE IMAGINAÇÃO E
SUBJETIVIDADE NA METODOLOGIA CIENTÍFICA?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Daniela Franco Carvalho.

**UBERLÂNDIA/ /MG
2023**

MAIKE MARTINS TOLEDO

**DIVULGANDO A CIÊNCIA: QUAL A RELAÇÃO ENTRE IMAGINAÇÃO E
SUBJETIVIDADE NA METODOLOGIA CIENTÍFICA?**

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Daniela Franco Carvalho (Orientadora)

Prof. Dr. Sandro Prado Santos

Prof. Dr. Flávio Popazoglo

Aprovado em: 20/06/2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Daniela Franco, ao Flávio Popazoglo e ao Sandro Prado por terem me ajudado, cada um à sua maneira, na confecção deste trabalho. Agradeço também a mim mesmo.

Can memories replace my existence?

(Solitude Aeternus)

RESUMO

Atualmente, devido à sua relevância e capacidade de nos fornecer tecnologias nunca antes imaginadas, a ciência goza de um status especial nos meios acadêmicos e sociedade. Os cientistas são vistos como pessoas altamente racionais em suas formas de analisar a realidade, jamais utilizando aspectos subjetivos e imagéticos. Em vista disso, este ensaio visou esclarecer a relação entre imaginação e subjetividade, dentro do escopo da própria ciência, como uma forma de divulgá-la tanto para o público acadêmico quanto não acadêmico, dado o estereótipo que a ciência impõe a si mesma, difundindo-se como a única forma conhecimento puramente racional e objetivo. Para isso, a partir de uma pesquisa narrativa-reflexiva, utilizamos a poesia como meio de comparação, e chegamos à conclusão de que os cientistas também se valem da subjetividade e imaginação, uma vez que a representação de ideias e a formulação de hipóteses e teorias requerem que nossa intuição crie diferentes formas de abordar os fenômenos estudados.

Palavras-chave: ciência; divulgação científica; razão; metodologia; imaginação; subjetividade.

ABSTRACT

Currently, due to its relevance and ability to provide us with technologies never before imagined, science enjoys a special status in academia and society. Scientists are seen as highly rational people in their ways of analyzing reality, never using subjective and imagery aspects. In view of this, this work aimed to clarify the relationship between imagination and subjectivity, within the scope of science itself, as a way of disseminating it both to the academic and "lay" public, given the stereotype that science imposes on itself, spreading as the only form of purely rational and objective knowledge. For this, we use poetry as a means of comparison, and we came to the conclusion that scientists also use subjectivity and imagination, since the representation of ideas and the formulation of hypotheses and theories suggested that our intuition creates different ways of approaching the studied phenomena.

Keywords: science; scientific divulgation; reason; methodology; imagination; subjectivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO: CIÊNCIA, A DEUSA DA RAZÃO?	9
1.1. Justificativa	10
1.2. Procedimentos Metodológicos	10
2. DESENVOLVIMENTO	11
2.1. Como podemos definir ciência?.....	11
2.2. Seria a ciência puramente racional?	12
2.3. Estaria a ciência imbricada de subjetividade e imaginação?	13
2.4. Duelo de gigantes!.....	15
2.5. Opostos que se complementam	16
2.6. E o caso da matemática?.....	19
2.7. Figuras de linguagem na ciência?	20
2.8. Os cientistas também são humanos!.....	22
2.9. Fazendo as pazes	24
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS: DEVOLVENDO RAZÃO À CIÊNCIA	25
4. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO: CIÊNCIA, A DEUSA DA RAZÃO?

Pense na palavra razão. Qual a primeira ideia que lhe vem à mente? Com toda certeza, um raciocínio lógico (silogismo): se A é igual a B, e B igual a C, logo C igual a A. Em termos concretos, uma série de argumentos meticulosamente articulados, cujo objetivo cairia sobre a extração de uma ideia que representasse a concretude e objetividade de um fenômeno. Esses argumentos seriam utilizados na elaboração de uma teoria, e os cientistas, uma vez que seriam treinados para que valores subjetivos não se infiltrassem nos resultados de suas pesquisas, seriam o grupo mais capacitado para utilizar essas formas de raciocínio. Porquanto, concebemos a eles a índole do ser objetivo e pragmático.

Agora pense no biótipo de um cientista. Qual a primeira imagem que lhe ocorre? Provavelmente, um homem com jaleco branco e óculos grandes, carregando um calhamaço, ou tubos de ensaio, palmilhando entre corredores e parafernálias de alto custo. Agora, em relação à sua história. Um homem que passou grande parte de sua vida estudando metodicamente e que, dessarte, é guiado somente pela racionalidade. Além disso, de acordo com Alves (2015), seriam os únicos capazes de pensar e agir corretamente sobre as questões que norteiam o mundo, enquanto os outros deveriam apenas obedecer ao que dizem.

A descrição acima mencionada nos faz pensar que o tipo de conhecimento exercido pelos cientistas esteja distanciado das outras formas de conhecimento, como o religioso, o senso comum e as artes.

Todo esse processo de distanciamento teve início com o surgimento da ciência moderna, no século XVI, pois houve intensas mudanças no aperfeiçoamento dos métodos científicos, principalmente aqueles que se valem da matemática, como a física (SANTOS, 1988)¹. Em vista dessa separação, a ciência ficou relegada a certo espaço do conhecimento humano, se tornando, conseqüentemente, a principal forma de conhecimento racional (Ibidem). No entanto, ao aceitarmos esse desvio epistemológico, será que o fato de os

¹ Mesmo que concordemos com a ideia de que houve essa ruptura, não podemos pensar numa linearidade, no sentido de que a ciência antiga foi totalmente enterrada, e uma ciência nunca vista, excelsa e puramente racional, viesse a emergir. Na verdade, se analisarmos a história, diversas descobertas foram feitas na "Idade das Trevas". Além disso, segundo Tyson (2016), a ciência islâmica, durante um período de quatrocentos anos, contribuiu de veras, principalmente em relação à matemática, para a ciência moderna: os termos algoritmo e álgebra, por exemplo, são oriundos desses povos.

cientistas utilizarem a razão como principal meio para se obter conhecimentos verdadeiros automaticamente os colocassem nos cumes da racionalidade, enquanto que a não objetividade, como a imaginação e subjetividade, não se infiltrassem nos meandros da metodologia científica? Ou esses atributos de fato seriam interpolações tardias? O que nos diz a literatura científica acerca dessa cisão?

1.1. Justificativa

Uma vez que a ciência atual é representada como a forma de conhecimento mais próximo da verdade, devido a seu método ser, a priori, unicamente objetivo, entendemos que essa visão, em contrapartida, faz com que ela se camufle em uma imagem não tão racional assim, fazendo com que os cientistas tenham uma percepção limitada de ciência. Nesse sentido, este trabalho tem como norte a tentativa de demonstrar a ciência como de fato é, com o intuito de explicitarmos não uma ciência ideal, pois pensamos que não temos capacidade para tal, mas sim uma ciência que, além de abarcar o contraditório, a imaginação e a subjetividade, explicitamente, como parte de sua(s) metodologia(s), fazer com que os cientistas tenham uma visão mais humana em relação a ela, para que, tomando consciência de suas limitações, não ignorem outros saberes, outras perspectivas que, apesar de não serem científicas, como as artes em geral, são capazes de nos fazer caminhar e viver uma vida que nos obriga a fazer tantas perguntas que, aliás, talvez nunca tenham uma resposta ideal.

1.2. Procedimentos Metodológicos

Segundo Paiva (2008, p.3), "[...] a pesquisa narrativa mais comum pode ser descrita como uma metodologia que consiste na coleta de histórias sobre determinado tema onde o investigador encontrará informações para entender determinado fenômeno". Seguindo essa linha, o fenômeno aqui estudado será o da relação entre a imaginação e a subjetividade dentro da metodologia científica. Partiremos de relatos, análises históricas, comparações e reflexões filosóficas e poéticas sobre as descobertas científicas, com o intuito de traçarmos as origens

e dificuldades que a separação entre estes três eixos apresenta para a compreensão de ciência.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Como podemos definir ciência?

Antes de analisarmos como a imaginação e a subjetividade comutam com a ciência, precisamos defini-la.

Quando lemos a palavra ciência, percebemos que se trata de um singular, e como tal somos levados a pensar que se trata de uma forma de conhecimento uno, estável e que produz resultados verdadeiros ao utilizar somente a razão. No entanto, se pegarmos autores como Feyerabend (2016), veremos claramente que não existe uma única ciência; pelo contrário, há diversas ciências, uma vez que elas apresentam ideologias, filosofias e metodologias altamente conflitantes.

Não obstante, mesmo que não haja uma única forma de definirmos ciência², esse impasse não impede que tracemos alguns de seus atributos.

Convencionalmente, podemos dizer que ciência é a arte de descobrir leis, fenômenos e fatos sobre o universo em que vivemos. Para que essas descobertas ocorram, observamos certo fenômeno, e, para explicá-los, recorreremos à criação de hipóteses; depois submetemo-las a testes, e caso consiga explicar o fenômeno abordado, se torna uma teoria, que futuramente pode ser substituída por outra. Durante esse processo, diversos autores, como Sagan (2006) e Bunge (1992), concordam com a ideia de que se faz necessário um ceticismo não extremado, para que outras variáveis, como a crença e a ideologia, não se façam presentes, mesmo que, vez ou outra, na nossa visão, elas acabem por definirem quais conteúdos são válidos de serem estudados, além de escamotear seus resultados, tendo os cientistas consciência disso ou não.

² Na verdade, ao longo dos séculos, diversos autores vêm tentando, com toda razão, defini-la. Porém, para fins didáticos, optamos por traçar algumas de suas características que julgamos serem pertinentes, para, posteriormente, fazermos as considerações propostas neste trabalho.

Com efeito, segundo Pilati (2021), podemos dizer que a ciência é uma forma de conhecimento sistematizado, no sentido de que tudo que é produzido passa, obrigatoriamente, por algum processo de verificação.

Outra característica que se encontra na base da ciência é a universalidade de seu conhecimento: o que é aprendido e assimilado pode ser aplicado em outras ocasiões, a exemplo da utilidade das vacinas³, ou a aplicação das leis da física em situações cotidianas, como quando um jogador arremessa uma bola de basquete. Sendo assim, ao fazermos essas considerações, logo se percebe que o conhecimento científico se distingue das outras formas de conhecimento, como o religioso, o senso comum⁴ e o humanístico (ciências humanas⁵). A estes damos a alcunha de “não científicos”, pois não teriam o mesmo rigor metodológico que se encontra na ciência.

2.2. Seria a ciência puramente racional?

Continuemos agora a traçar mais algumas características que constituem a ciência. Só que, neste caso, iremos discorrer sobre aqueles que se encontram arraigados no imaginário da sociedade.

À ciência, para o senso comum e mesmo entre a comunidade acadêmica, mais especificamente os que se encontram nas *hard sciences*⁶, caberia estudar a constituição do universo, sua fisionomia, suas leis; nossa história de vida, a exemplo dos mecanismos evolutivos que fizeram nós sermos o que somos; em

³ As vacinas, estritamente falando, são tecnologias. No entanto, para que viesse a sê-lo, foi-se necessário o estudo do nosso sistema imunológico para descobrir os mecanismos de produção das células e anticorpos, que posteriormente foram adaptados para a produção em laboratório.

⁴ Essa visão vem sendo questionada por diversos autores, como Alves (2015), que concorda com a ideia de que a ciência seja um aperfeiçoamento do senso comum, mesmo que elas, em alguma medida, se divirjam. Ver ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência**: Introdução ao jogo e suas regras. 19 ed. São Paulo: Editora Loyola, 2015 (Capítulos 1 e 2, p. 7-27).

⁵ Perceba que em “Ciências Humanas” se encontra a palavra ciência. Isso ocorre porque elas também possuem métodos rígidos de análise, em que pese não serem iguais aos da ciência. Não esqueçamos também que tudo é uma questão de conceito: a depender da forma como definimos ciência, as disciplinas de humanas também passam a sê-lo. A exemplo da complexidade do tema, ver MAHNER, Martin. Demarcating science from non-science. In: KUIPERS, Theo A. F. **Handbook of the Philosophy of Science**: General Philosophy of Science - Focal Issues, p. 515-575. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-044451548-3/50011-2>>. Acesso em 14 out. 2022

⁶ As *hard sciences* é uma definição que inclui as disciplinas como a física, química, biologia e astronomia, pois seriam objetivas e exatas, em oposição às *soft sciences*, que inclui a filosofia, psicologia, sociologia etc. Ou seja, conhecimentos não científicos. Perceba-se que essa divisão entre *hard* e *soft science* é uma tentativa de definir quais áreas do saber teriam mais rigor metodológico.

relação aos animais irracionais, o canto dos pássaros concernente à demarcação de território e, mais impressionante, sua relação com a saúde mental etc. Do lado oposto, estaria os estudos não científicos, como a filosofia; sociologia; linguística; educação; teologia etc. Ainda neste recorte, estaria o estudo das artes em geral, que estariam mais voltadas a questões subjetivas, a exemplo da literatura, poesia, música, pintura e escultura.

À primeira vista, essas ideias nos parecem bastante precisas: relegamos à ciência como a única capaz de desenvolver conhecimentos úteis, aqueles que de alguma forma beneficiam a todos, independentemente de religião, raça ou posicionamento político, uma vez que não envolveria variáveis que não a razão. Já os conhecimentos humanísticos seriam usados apenas para contemplação da natureza; seja como uma forma de lazer; nos conectar a universos de sentidos que transcendem ideias racionalizantes; fazer com que nossa vida tenha um propósito maior; “enriquecer a alma”; ou adquirir conhecimentos apenas por curiosidade.

Agora, em vista de todo esse embate entre ciência e não ciência, entre saberes objetivos e não objetivos, devemos nos perguntar: será essa uma divisão válida? Se sim, seriam essas ideias oriundas de algum movimento histórico/ideológico?

2.3. Estaria a ciência imbricada de subjetividade e imaginação?

Todos nós conhecemos o físico Newton, tido como uma das mentes mais brilhantes a pisar na face da Terra. Sua mente aguçada permitiu que ainda hoje utilizemos suas fórmulas, como a da segunda lei de Newton, que permite calcular a força utilizada para mover um objetivo.

Os métodos matemáticos utilizados por ele foram cruciais para que a separação que hoje conhecemos entre ciências experimentais e conhecimentos humanísticos vingasse, marcando, conseqüentemente, o início de uma nova concepção de mundo para se analisar os fenômenos da natureza (MALET, 2002).

Se voltarmos ao início da Europa Moderna, veremos que pintores, como Leonardo da Vinci, transitavam com facilidade entre a pintura e a ciência (KUHN, 2018). As particularidades entre estas duas áreas não eram tão nítidas,

uma vez que a arte, como a pintura, também era (e é) passível de ser aperfeiçoada (Ibidem). Ora, a ciência também não tem como norte o aperfeiçoamento de seus métodos de análise? Pensemos na Evolução. Sabe-se que, como uma teoria científica, ela está em constante mudança. Darwin não tinha conhecimentos dos estudos de Mendel sobre a hereditariedade, por exemplo. Posteriormente, foram desenvolvidos métodos mais sofisticados, como a datação de fósseis; decomposição radioativa de rochas vulcânicas que estejam próximas das camadas onde se encontram os fósseis; comparações moleculares; sequenciamento genético, entre outros. Todos esses métodos continuam a se aperfeiçoar, com o intuito de descobrir como se deu os passos evolutivos para que a espécie humana dominasse os sete cantos da Terra.

Posto as origens históricas da separação entre ciência e conhecimentos humanísticos, vamos continuar a fazê-la, só que agora analisando o fulcro de algumas ideias filosóficas que perduram em nosso imaginário há séculos, mas que ainda podem jogar luz sobre as origens dessa divisão epistêmica.

Estamos caminhando na rua, e vemos um transeunte dar, de bom grado e com sorriso no rosto, uma gorjeta para o morador de rua; andamos mais à frente, e assistimos a um cliente maltratar, por algum motivo banal, o atendente de uma lanchonete. Um casal está na igreja, e o padre, sem se direcionar especificamente a eles, conclama: “Ou você se converte ao nosso Criador, ou será queimado, para todo o sempre, no Inferno!”. No ramo da filosofia, segundo a visão de Rousseau, o ser humano nasceria bom; no entanto, para Hobbes, já nascemos corrompidos. Na biologia, a divisão se dá entre onde começa a vida e termina a morte; ou, quando a mãe está por volta de 10 semanas de gestação, os parentes já começam a perguntar: “Será menino ou menina?”

Por mais que essas situações, num primeiro momento, nos pareçam cômicas e banais, não há dúvidas de que, em sua essência, não sejam. O que todas elas têm em comum? Elas dividem o mundo em dois hemisférios. Nessa visão, tudo se reduz a um jogo de oito ou oitenta, como se jamais existisse um continuum entre duas ideias; não há espaço para meios-termos, pois seriam meras tentativas de conciliar com o inconciliável⁷. De maneira análoga, pensemos agora na epistemologia da ciência, mais especificamente em relação

⁷ Em filosofia, essa tentativa de dividir um elemento em duas partes dá-se o nome de falsa dicotomia.

à sua veracidade em contraposição à não ciência, e veja como esse sistema dicotômico afeta a maneira como percebemos a ciência: se os cientistas se valem somente da razão para conseguir seus resultados, poderíamos de fato traçar essa linha divisória entre ciência e não ciência, como se a primeira fosse a única capaz de fornecer respostas às principais questões que assombram a humanidade, e a segunda meros conhecimentos voláteis? Mais importante, pois é o foco da análise a seguir: sendo o método científico objetivo e imparcial, haveria espaço para um continuum, ou seja, a subjetividade e imaginação?

2.4. Duelo de gigantes!

Por quais vias podemos explicar os questionamentos supracitados? As artes são uma boa escolha, pois além de serem vistas como “não reais”; portanto, falsas, representam, em seu âmago, a amálgama perfeita entre subjetividade e imaginação. Peguemos a poesia como guia.

Ao escrever um poema, o poeta estaria mais preocupado em expressar, se valendo das mais diversas técnicas linguísticas, os seus sentimentos, como amor, raiva, ódio, além de descrever as nuances e realidades da condição humana, numa linguagem às vezes hermética, repleta de beleza e detalhes que fugiriam à capacidade do cientista extrair raciocínios lógicos. Ao lermos um poema, “[...] as palavras adquirem uma força incomum, estranha, como se das coisas banais elas revelassem um lado escondido, poucas vezes visitado pelo nosso pensamento” (PAIXÃO, 1982, p.7). Ou seja, a poesia nos força a irmos além do sentido estrito das palavras; porém, ainda assim, ela permanece arraigada na concretude da realidade, pois é uma das formas de representarmos ideias e sentimentos. Peguemos como exemplo um quarteto de Camões⁸:

Está o lascivo e doce passarinho
com o biquinho as penas ordenando
o verso sem medida, alegre e brando,
espedindo no rústico raminho.

Tomando como base somente estes versos, que mensagem o autor quis transmitir? Será que ele de fato sabe quais ideias quis transmitir? Haveria uma linha tênue que separa a razão da pura expressão de sentimentos? De que forma

⁸ Soneto de número 63, extraído do livro *Sonetos*, de Luís de Camões (2019, p.63).

podemos interpretar “o verso sem medida, alegre e brando”? Seria uma intromissão do eu lírico no poema? Enfim, as perguntas são muitas, mas o principal ponto a se destacar é a percepção que se tem do poema: como cada palavra, cada imagem, milimetricamente articulada, é capaz de transmitir suas ideias e harmonias ao leitor. Basta recordarmos um momento quando vimos um passarinho. É impressionante como o sentido dos versos bate com sua imagem real, mesmo que, neste exato momento, você esteja lendo este ensaio.

Isto posto, será que o cientista moderno também não se valha de todo esse arcabouço imagético e subjetivo? Ou seria a ciência regida puramente pela razão?

2.5. Opostos que se complementam

Segundo Kuhn (2018), os conteúdos científicos que são ensinados às crianças são nada mais que conceitos, leis e teorias acabadas, ou seja, uma ciência limitante e homogênea⁹. Essa visão faz com que haja um estreitamento na amplitude e visão do futuro cientista, uma vez que passa a ideia de que a ciência seja una, em que todos os pesquisadores estão de acordo com todos os preceitos ensinados. No entanto, quando analisamos a literatura de algumas temáticas, percebemos que nem sempre essa unilateralidade se encontra presente, a exemplo dos conceitos e princípios que norteiam a Evolução; a classificação e taxonomia de alguns grupos de animais e vegetais; o conceito de nicho ecológico, doença, vida etc. Ao dizer que esses conhecimentos elementares sejam limitantes, não é no sentido de que sejam inverídicos; pelo contrário, são verídicos, pois foram sistematizados, refutados ao longo de dezenas, centenas de anos; no entanto, isso também não significa que não possam ser, futuramente, reformulados, dado que o conhecimento sempre está em constante evolução. Além disso, não podemos nos esquecer que uma das principais características que constituem a ciência, tanto na visão de Sagan (2006) quanto na de Pilati (2021), é a contradição: a sua capacidade de se

⁹ Por mais que o momento histórico a que Thomas Kuhn se refira seja diferente do nosso, suas ideias ainda permanecem relevantes, pois a forma como ensinamos ciência aos nossos estudantes são muito semelhantes à daquele contexto.

autocorriger, o de saber das lacunas e falhas dos dados obtidos a partir da observação meticulosa.

Por mais que podemos dizer que a ciência, em parte, não seja constituída de verdades absolutas, mas uma busca incessante por elas, por outro lado essa falibilidade do conhecimento científico também não implica que ela não tenha uma base epistemológica: o fato de a água ser composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio; a esfericidade da Terra; a álgebra elementar; a existência de vírus e bactérias; o fato de a hélice do DNA ser uma fita dupla são conhecimentos que jamais serão refutados.

Contudo, em que pese existir essa base imutável do conhecimento científico, o que ocorre é que o lado “obscuro” da ciência, ou seja, a transitoriedade do seu conhecimento, acaba por não ser frisada no nosso sistema educacional, fazendo com que a verdadeira ciência seja camuflada de seu processo de criação, uma vez que influências internas, como a subjetividade, e externas, como a historicidade, são preteridas com vistas ao espetáculo científico. Essa ausência de historicidade apontada por Kuhn é, sem dúvidas, um dos motores que nos leva a crer que a ciência seja regida por um processo linear, em que as hipóteses são, num processo retilíneo e impessoal, criadas, testadas e refutadas, sem que haja maior engajamento nos bastidores da criação científica, ou seja, na profusão de formas como cada cientista é capaz de imaginar e abordar os fenômenos da natureza. Observamos essa segregação da lógica da imaginação ao analisarmos os modos pelos quais a ciência é ensinada nas escolas em contraposição à ciência prática dos laboratórios:

Essa nos parece ser a diferença essencial entre a ciência dos compêndios, ou pelo menos de certos compêndios, e a ciência viva, em plena evolução, dos trabalhos originais sobre qualquer assunto. Lá domina a lógica do silogismo e da iteração, aqui, predomina a lógica da invenção (ROCHA E SILVA, 1965, p.73).

Por lógica da invenção, livro homônimo de Rocha e Silva (1965), o autor quis dizer que não existe uma lógica de criação das ideias científicas. Essa lógica, no entanto, não quer dizer que haja, como o singular indica, uma única maneira de criação de hipóteses; pelo contrário, quer dizer que os cientistas, se valendo das mais diversas peculiaridades e idiosincrasias, podem chegar a elas das mais diversas formas.

Se a imaginação não permeasse a mente dos cientistas, Max Plank jamais teria sido reconhecido como uma das mentes mais brilhantes da física. A teoria dos quantas (cujos princípios descrevem o comportamento da matéria e da luz em níveis atômicos), fundada pelo próprio Max Plank, quando proposta, foi bastante rechaçada pela comunidade científica; diversos especialistas acharam-na incompreensível, absurda, pois ia de encontro com os princípios da lógica e da racionalidade. Sobre os méritos necessários para se fazer uma ciência autêntica, o próprio físico já nos alertava para a urgência de ruptura com a razão, ao dizer que um cientista deve possuir *“a vivid intuitive imagination, for new ideas are not generated by deduction, but by artistically creative imagination”* (COOK, 2020, p. 1072)¹⁰.

A necessidade de comutarmos a ciência à imaginação vem da urgência do próprio progresso científico: uma vez que o ser humano é o único ser que questiona as próprias origens e sempre está em busca de explicar a realidade o cerca, deve sempre estar aberto a todo tipo de recurso que possa conduzir a esses objetivos. E a imaginação é uma grande aliada nesse processo, pois expande nossos horizontes de possibilidades, não ficando restrita aos limites da razão.

Outro físico e filósofo da ciência que também concordava com a ideia de ruptura com razão era Popper, ao dizer “que toda descoberta encerra um “elemento irracional” ou uma “intuição criadora” (POPPER, 2013, p.31). Ou seja, durante o processo de criação das ideias, elementos como a imaginação e a subjetividade se fazem tão importantes quanto a razão.

Indo para o campo da biologia, podemos citar os trabalhos de Mendel sobre a hereditariedade. Quando proposta, seus resultados foram divulgados a um pequeno grupo de cientistas, que, além de não compreenderem seus resultados, não os reproduziram; somente décadas mais tarde ela foi redescoberta, de maneira independente, pelo biólogos Hugo de Vries, Erich von Tschermak-Seysenegg e Carl Correns (FREIRA-MAIA, 2007).

De acordo com Feyerabend (2016), muitas vezes um conjunto de novas ideias, antes de serem absorvidas pela comunidade científica, demora anos, até

¹⁰ COOK, Alexander B. Scientific creativity through the lens of art. **Matter**, v. 2, n. 5, 6 mai. 2020, p. 1.072-1.074. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.03.021>>. Acesso em 24 fev. 2023.

mesmo séculos, para serem aceitas. Mas por quais motivos? Na nossa linha de pesquisa, podemos dizer que essas ideias, como as de Mendel, por serem fruto de uma imaginação fértil, capaz de criar hipóteses e conceitos inéditos, causam estardalhaço no meio científico, que se diz sempre movido por uma ciência “pura e racional”.

É importante frisar que o processo de verificação de uma ideia científica passa por testes rígidos de análise. Eles têm que ser confirmados, de maneira independente, por diversos pesquisadores, que irão refazer os testes, simulando as mesmas condições do experimento original. Contudo, mesmo que haja provas evidentes sobre a sua veracidade, ela pode acabar sendo posta de lado e substituída meramente por uma questão ideológica ou de quem detém o controle da produção científica. No entanto, mesmo com todos esses problemas, devemos sempre ter em mente que uma das características que mantém a ciência em plena evolução, como dissemos, é a sua capacidade de autocorreção, que pode vir a curto ou a longo prazo, fazendo com que a razão, no final, prevaleça.

2.6. E o caso da matemática?

Até aqui talvez você pense que a imaginação e a subjetividade estejam restritas somente a certos aspectos da ciência, como na criação de hipóteses, e que as fórmulas matemáticas sejam as únicas a escaparem da não objetividade, posto que a linguagem universal dos números, aliada a seus resultados exatos, seriam derivados de raciocínios lógicos segmentados. Na verdade, estritamente falando, elas, da mesma forma que um aluno refaz todo o cenário de uma peça de Shakespeare, também passam pelo domínio imagético. Bronowski (1998) nos dá um exemplo interessante. Se pensarmos na equação $E = MC^2$, veremos que ela também é uma representação por imagens. Isso ocorre pois as fórmulas “são imagens que representam objetos ausentes, ou conceitos, exatamente o que acontece com as palavras “árvore” ou “amor” em um poema (Ibidem, p. 38).

Quando fazemos uma regra de três para descobrirmos o valor de X, o princípio é o mesmo, uma vez que pegamos a letra X para representarmos um possível valor. Outra situação em que há o uso da imaginação na matemática é quando tentamos solucionar um problema. No ensino médio, não muito raro o

professor repreende o aluno por não seguir as fórmulas passadas por ele. A justificava é que não estaria seguindo o caminho “correto”, em pese tenha chegado ao mesmo resultado por outras vias, que requerem a capacidade de imaginar diferentes soluções, como utilizar fórmulas e métodos divergentes.

2.7. Figuras de linguagem na ciência?

Por fim, iremos discorrer sobre os usos das figuras de linguagem na ciência, pois, assim como a arte, são um ponto axial entre imaginação e subjetividade.

Quando pensamos na linguagem científica, temos em mente que ela seja neutra, no sentido de que esteja distante dos vieses e subjetividades da mente humana; ou seja, uma descrição fiel da realidade: um biólogo, por exemplo, ao olhar pelo microscópio, estaria descrevendo, precisamente, o objeto de estudo. No entanto, se pegarmos autores como Campos e Nigro (2010), veremos que isso não é de todo verdadeiro, pois a maneira como os cientistas expressam suas ideias para descreverem a realidade varia de acordo com o contexto histórico vivido por eles. Além disso, não podemos esquecer do fator individual de cada cientista: o que um consegue perceber e interpretar, outro pode ver a partir de outra perspectiva.

Caso a linguagem da ciência fosse uniforme (portanto, neutra), a contradição não faria parte de seus métodos. Quando nos aprofundamos na literatura específica sobre qualquer temática, o que mais vemos é a maneira particular de cada cientista em descrever um conceito; uma ideia; uma teoria. Se perguntarmos para um anatomista sobre a definição de consciência, ele dará um foco nas partes constituintes do cérebro; a um neurocientista; psicólogo; neurobiologista; bioquímico, a resposta também variará de acordo com a especificidade do pesquisador, com cada um, como nos diz o senso comum, “puxando a sardinha pro seu lado”. Nessas descrições, principalmente se forem complexas demais, o uso das figuras de linguagem se faz muito presente, pois facilitam a explanação dos conceitos. Muitos divulgadores científicos, como Richard Dawkins, Jacob Bronowski, Carl Sagan e Neil deGrasse Tyson, se valem, de forma magistral, das figuras de linguagem para explicar a verdadeira ciência tanto para o público “leigo” quanto o acadêmico. Ao fazerem isso, não

estão abrindo mão de sua veracidade; ao contrário, estão sendo deveras rigorosos com a descrição dos fatos.

Quando dizemos que a linguagem científica é limitada, é no sentido de que são aproximações descritivas de algum fenômeno, dado as limitações da mente humana em captar, mesmo que seja através das tecnologias, a realidade que nos cerca. No entanto, por outro lado, também seria um erro dizer que essas descrições, que se baseiam numa linguagem altamente metafórica, sejam literalmente falsas. Vamos aos exemplos.

Kelulé, químico alemão, somente descobriu a fórmula do benzeno ao sonhar que os átomos fossem “cobras girando”, mordendo a própria cauda. Posteriormente, através de análises meticulosas, o autor constatou que a analogia¹¹ era de fato verdadeira. Observe nesse exemplo que o ato imaginativo foi um passo essencial para constatação do fato, ao ser utilizado como base para a verificação posterior.

Agora pensemos na teoria do Big Bang. Somos ensinados na escola que ela foi a “grande explosão”. Ora, se baseando nos princípios da química, para que ocorra uma explosão, deve haver a presença de oxigênio, composto que não existia antes da criação do universo. A esse tipo de comparação damos o nome de metáfora¹², que, de acordo com Brown e Salter (2010), é um recurso bastante importante não somente como recurso didático, mas também na criação de hipóteses e elaboração de ideias. Não faria sentido ensinar para os alunos que os conceitos científicos sejam deduções puramente lógicas, abstraídas de uma mente imparcial e infalível, assim como não seria justo dizer que o Big Bang, por ser uma metáfora, seja apenas uma invenção, e a partir disso chegar à conclusão de que nunca existiu.

Uma analogia que vingou por volta do século I até meados do século XVI foi a do coração como lampião ou fornalha. Galeno foi um médico e filósofo grego que propôs mecanismos pelos quais faziam o sangue difundir-se pelo corpo. Segundo ele, o sangue vermelho-escuro chegava pelo lado direito do coração,

¹¹ Segundo Duit (1991), citado por Pádua e Nagem (2003, p. 1) “[...] uma analogia compara explicitamente as estruturas de dois domínios: ela indica semelhança ou identidade de partes das estruturas.”

¹² Ao contrário da analogia, na visão de Duit (1991), citado por Pádua e Nagem (2003, p. 1) “Uma metáfora [...] compara implicitamente, destacando características ou qualidades relacionais que não coincidem em dois domínios”.

assim como o ar oriundo dos pulmões. Assim sendo, tanto o ar quanto o sangue escuro se misturavam. Posteriormente, Harvey, médico inglês, descobriu que o coração funcionava mais como uma bomba que fazia o sangue circular, explicação essa aceita até os dias atuais¹³. Entretanto (poderiam objetivar alguns), seria possível outros cientistas confabularem para além de seu tempo, ou seja, se valerem de ideias e exemplos hipotéticos não tão alegóricos quanto os de Galeno e Harvey e ainda assim chegarem ao modelo deste último? É claro que muitas descobertas científicas são feitas de maneira independente; no entanto, se a linguagem científica sempre esteve repleta de metáforas, a tentativa de dizer que seria possível chegar ao mesmo modelo utilizando uma linguagem supostamente neutra mostraria apenas uma fé irracional na razão. Continuemos.

No ramo da física, quando um cientista fala em ondas, que pode ser descrita como uma perturbação de um meio, ele está fazendo uma analogia com as ondas do mar, ou seja, fazendo com que sua imagem condiz com um fenômeno há tempos conhecido (BRONOWSKI, 1998).

Por último, analisemos o DNA como metáfora. Na escola somos ensinados que ele é um código genético. Ora, um cientista que se preza pela descrição da realidade a partir de um ponto de vista imparcial e objetivo, não seria mais fácil dizer que o DNA é ele mesmo, e não um código? Não poderia descrevê-lo com suas próprias características, de modo a tornar mais fácil sua definição? É claro que essas outras características, para não reduzirmos o conceito apenas a figuras de linguagem, são explanadas quando estamos apreendendo sobre ele, a exemplo da fita dupla e dos pares de base. Contudo, ao ser um código, sua representação se torna muito mais clara e sucinta, além de se fazer um elemento essencial de sua descrição, tanto é que já nem conseguimos pensá-lo como não sendo um.

2.8. Os cientistas também são humanos!

¹³ Exemplos extraídos do texto CAMPOS; NIGRO, Maria; Rogério. **O Ensino-Aprendizagem como Investigação**. 1. ed. São Paulo: FDT, 2010. 159 p. v. Único. ISBN 978-85-322-7207-2. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4960163/mod_resource/content/1/Campos%20e%20Nigro%2C%202010%2C%20cap%201%2C%202%2C%207%20e%208.pdf. Acesso em: 9 fev. 2023. Acesso em: 3 jan. 2023.

Como vimos, uma vez que um dos mantras da ciência é a busca pela verdade, deduzimos, erroneamente, que tudo aquilo que não passa pelo seu crivo seja fictício. Nesse caso, esquecemos que a ciência é apenas um dos meios para se conhecer a realidade, e que seus métodos não são capazes de analisá-la por completo. Para ampliarmos nossa bagagem de conhecimento, não devemos ignorar outros saberes, pois há também verdades no senso comum (ALVES, 2015). Ademais, de acordo com Feyerabend, (2016), tanto nos mitos quanto nas cosmovisões elas também podem ser encontradas. Verdades essas que foram ao longo da história suprimidas pela ciência não porque eram inferiores em sua totalidade, mas porque seus representantes tinham mais determinação para controlar os conhecimentos que julgavam ser verdadeiros (Ibidem). Ao dizermos que o conhecimento esteja disseminado na relva de diferentes saberes, também não podemos cair no erro de pensá-los que sejam igualmente válidos em sua totalidade. Neste caso, uma atitude racional seria analisá-los levando em consideração o contexto das descobertas; até que ponto os saberes se complementam ou divergem e termos em mente como o conhecimento científico é gerado. O verdadeiro conhecimento só pode ser aprendido a partir do momento em que percebemos as limitações dos cientistas; não devemos pensá-los que sejam seres cuja inteligência os coloca acima das pessoas “comuns”, como se fossem entidades supremas. Estritamente falando, eles também são acometidos pelas limitações da mente humana: têm suas idiossincrasias, subjetividades, crenças, ideologias; ao fim e ao cabo, são humanos. Poder-se-ia argumentar que o fazem como indivíduos, ou seja, em suas vidas pessoais, diferem, sem exceção, do cientista do laboratório. Ora, nem sempre isso é verdade. Caso fosse, não iríamos ter fraudes na ciência ou mesmo pesquisadores, como o químico Peter Atkins, dizendo que o método científico é ilimitado e o único capaz de ser utilizado para se compreender o mundo¹⁴.

Não devemos cair no erro de tomar os cientistas como se fossem máquinas que sabem diferenciar, a todo instante, o racional do irracional.

¹⁴ NAVES, Filomena. Peter Atkins: "Quando a ciência explicar a origem do universo, Deus já não é necessário". **Diário de Notícias**, Lisboa, 14 nov. 2018. Via e Futuro. Disponível em: <<https://www.dn.pt/vida-e-futuro/peter-atkins-quando-a-ciencia-explicar-a-origem-do-universo-deus-ja-nao-e-necessario--10168878.html>>. Acesso em 14 mar. 2023

Se formos para o campo da psicologia, veremos que a mente humana apresenta diversos vieses cognitivos, a exemplo da correlação ilusória, que faz com que, utilizando nossa experiência subjetiva, utilizemo-la para fazer associações irreais entre eventos (PILATI, 2021).

É claro que o processo de formação de um cientista é, ou pelo menos deveria ser, bastante rígido, cujos objetivos desaguam na capacidade de serem o mais imparciais possível e utilizar a razão como único norte para seu desenvolvimento profissional. Contudo, o que não é ensinado a eles é que nem somente de razão vive um cientista: além de que muitas de suas ideias podem ser fruto de elucubrações pessoais e metafóricas, os próprios cientistas podem ser parciais, mesmo que pensem que não sejam.

2.9. Fazendo as pazes

Até o presente momento, vimos como a separação entre razão e subjetividade/imaginação não se sustenta, e, ampliando o espectro de análise, dentro da própria ciência há uma gama de pesquisadores¹⁵ que estudam, por exemplo, as artes aliadas à ciência cognitiva e psicologia evolutiva (PINKER, 2003). O próprio fato de alguns cientistas fazerem essa ponte já mostra as contradições da racionalidade científica: não é única; pelo contrário: é plural, diversificada, com cientistas cada vez mais ousados em romper as grades que separam o mundo objetivo e subjetivo, o racional e o imagético, e que estão dispostos a fazer um diálogo franco sobre os limites da razão para conhecer a realidade que nos cerca. Essa realidade não é pura: os cientistas não pegam os dados, interpreta-os e a partir disso chegam a uma conclusão. Pelo contrário: as observações e hipóteses podem ser fruto das próprias subjetividades dos cientistas.

Somente porque todo o processo das ideias não é demonstrado na divulgação de uma pesquisa, não implica que são livres da arte da ciência: o de relacionar dados e ideias antes impensáveis, e ver até que ponto esse lado mais subjetivo se apresenta verídico. Os chamados “fatos puros” muitas vezes

¹⁵ Perceba, novamente, que não há uma única visão de mundo científica, e que, portanto, quando vemos um cientista falar em nome da ciência, devemos nos perguntar: “À qual ciência ele está se referindo?”

dependem da forma como os cientistas, cada um à sua maneira, enxergam e experimentam o mundo.

A necessidade de se ensinar uma ciência que não se limite à razão não mitiga a rigidez intrínseca de seus métodos; pelo contrário, pode ampliar os limites de compreensão da racionalidade humana.

Pesquisas feitas nas ciências cognitivas nos mostram que cada forma de arte é capaz de melhorar os processos cognitivos e de aprendizado das crianças, promovendo, conseqüentemente, o avanço da própria ciência (CATTERALL, 2005).

A capacidade da ciência desenvolver uma cura para certa doença, por exemplo, faz com que o cientista siga em frente, utilizando toda sua capacidade para imaginar um mundo melhor, num ato de “fé na imaginação”. Essas projeções são capazes de nos dizer como certo fenômeno pode impactar na nossa maneira de enxergar o mundo; um novo olhar, refinado e eclético; uma arte científica.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS: DEVOLVENDO RAZÃO À CIÊNCIA

Como vimos, a ciência é uma criação; um ato inventivo. É uma forma de sistematizar o conhecimento acumulado, para responder às questões que nos cercam desde o despertar da civilização: de onde viemos? De que somos feitos? Qual a natureza da luz? De que se constitui? E assim por diante. E sendo a ciência uma invenção, não se aparta do ato imaginativo, que, pelo contrário, a complementa na sua busca pela verdade.

Uma invenção puramente objetiva não se sustenta. O fato de pensar que a mente dos cientistas seja guiada somente por processos racionais já seria fruto de crenças e imaginação parca. Os aspectos subjetivos da mente humana sempre se fizeram presentes na metodologia científica.

Também vimos que a ideia de que a invenção seja apenas um ato espúrio é uma tentativa de purificar as metodologias científicas, na medida em que apregoa um suposto distanciamento dos elementos subjetivos. Em contrapartida, se os pesquisadores aceitassem de braços abertos a importância de saber que elas se baseiam em aspectos muito além do raciocínio lógico, a aceitação do mero ato criativo já seria um avanço intelectual e metodológico.

Não há motivos para se fazer a separação entre os universos racional e imagético. Seria como cortar o cordão umbilical de uma criança e depois dizer que este não é filho biológico da mãe. Existe razão para apartá-los, sim, mas não podemos deixar de mencioná-los como parte de uma mesma linhagem. A questão que clama por justiça é sabermos a maneira como os cientistas representam e expressam suas ideias e, não menos importante, termos consciência sobre o limiar entre a invenção criadora e a validade dessa invenção, e, ao analisá-las em conjunto, perceber que elas, como o cientista e o laboratório, se complementam, e que uma sem a outra não sobrevivem na selva nebulosa chamada ciência.

É muito mais fácil para nossa compreensão reduzir a ciência à razão, como uma tentativa de facilitar a nossa compreensão sobre o mundo, do que abstrairmos e refletirmos sobre as perguntas, sobre a maneira como os cientistas criam a ciência dos laboratórios. Portanto, será que ainda assim a visão dualista entre ciência versus imaginação e subjetividade se sustenta? A própria ciência diz que não.

4. REFERÊNCIAS

ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência**: introdução ao jogo e suas regras. 19. ed. São Paulo: Editora Loyola, 2015.

BRONOWSKI, Jacob. **O Olho Visionário**: Ensaios sobre arte, literatura e ciência. Brasília: Editora UNB, 1998.

BROWN, Simon; SALTER, Susan. Analogies in science and science teaching. **Advances in Physiology Education**, v. 34, n. 4, p. 167-169, 01 dez. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/advan.00022.2010>>. Acesso em 09 dez. 2022.

BUNGE, Mario. The Scientist's Skepticism. **Skeptical Inquirer**, v. 16, n. 4, p. 377-380, verão 1992. Disponível em: <https://skepticalinquirer.org/1992/07/the-scientists-skepticism/>>. Acesso em 19 dez. 2022.

CAMÕES, Luís de. **Sonetos**. 3. ed. Jandira, SP: Principis, 2019. 192 p.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Teoria e prática em ciências na escola**: o ensino-aprendizagem como Investigação. São Paulo: FDT, 2010. (Coleção Teoria e Prática). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4960163/mod_resource/content/1/Campos%20e%20Nigro%2C%202010%2C%20cap%201%2C%202%2C%207%20e%208.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2023.

CATTERALL, James S. Conversation and silence: transfer of learning through the arts. **Journal for Learning through the Arts**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2005. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1095279.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2022.

COOK, Alexander B. Scientific creativity through the lens of art. **Matter**, v. 2, n. 5, 6 mai. 2020, p. 1.072-1.074. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.03.021>>. Acesso em 24 fev. 2023.

FEYERABEND, Paul. **Ciência, um monstro**: lições trentinas. Tradução de Rogério Bettoni. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

FREIRE-MAIA, Newton. **A Ciência por Dentro**. 7. ed. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2007.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2018.

MAHNER, Martin. Demarcating science from non-science. In: KUIPERS, Theo A. F. **Handbook of the Philosophy of Science: General Philosophy of Science - Focal Issues**, p. 515-575. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-044451548-3/50011-2>>. Acesso em 14 out. 2022

MALET, Antoni. Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: Entre la apología cristiana y la propaganda ilustrada. **Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura**, v. 26, p. 13-23, 2002. (Edição Especial: Divulgadores da Ciência) Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Quark/article/view/54958/65460>>. Acesso em: 7. ago. 2022.

PÁDUA; ARAÚJO, I. C.; NAGEM, R. L. Analogias, Metáforas e a Construção de Conceitos Técnico-Científicos. In: 26ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação-ANPED, 2003, Poços de Caldas. **Anais da 26ª ANPED**, p. 1-16, 2003.

PAIVA, Vera Lucia Menezes de Oliveira. A pesquisa narrativa: uma introdução. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, v. 8, n. 2, p. 1-6, 2008.

PAIXÃO, Fernando. **O que é Poesia**. 5. ed. São Paulo: Brasiliense, 1982. (Coleção Primeiros Passos).

NAVES, Filomena. Peter Atkins: "Quando a ciência explicar a origem do universo, Deus já não é necessário". **Diário de Notícias**, Lisboa, 14 nov. 2018. Via e Futuro. Disponível em: <<https://www.dn.pt/vida-e-futuro/peter-atkins-quando-a-ciencia-explicar-a-origem-do-universo-deus-ja-nao-e-necessario--10168878.html>>. Acesso em 14 mar. 2023

PILATI, Ronaldo. **Ciência e Pseudociência: Por que acreditamos apenas naquilo em que queremos acreditar**. São Paulo: Contexto, 2021.

PINKER, Steven. **The blank slate: the modern denial of human nature**. Nova York: Penguin Books, 2003.

POPPER, Karl. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

ROCHA E SILVA, Mauricio. **Lógica da invenção e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Livraria São José, 1965. (Coleção "ensaios").

SAGAN, Carl. **O Mundo Assombrado pelos Demônios: A ciência vista como uma vela no escuro**. 1. ed. Tradução de Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Estudos Avançados**, v. 2, n. 2, p. 46-71, ago. 1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40141988000200007>>. Acesso em 06 out. 2022.

TYSON, Neil deGrasse. **Morte no Buraco Negro: e outros dilemas cósmicos**. 1. ed. Tradução de Rosaura Eichenberg. São Paulo: Planeta, 2016. 432 p.