

## Considerações sobre a epistemologia dos experimentos mentais

# 9

*Considerations about epistemology of thought experiments*

Márcia Regina Santana Pereira\*

**Resumo:** A ciência é feita das escolhas de seus protagonistas e, como tal, repleta de subjetividade. Uma teoria científica é uma suposição explicativa, e negar a influência da imaginação como agente ativo na construção do conhecimento seria, no mínimo, ingenuidade. Embora a ciência possua regras bem definidas, seu método se limita à obtenção e ao tratamento de dados. O surgimento da ideia ou da hipótese inicial é fruto do salto intuitivo da livre-imaginação humana. A experimentação mental é o processo de empregar situações imaginárias para nos ajudar a entender ou prever de que maneira as coisas podem se comportar na realidade. Assim como os Experimentos Concretos, os Experimentos Mentais são uma ferramenta essencial na construção do conhecimento científico. Tais situações imaginárias são parte importante da argumentação dos cientistas na busca do convencimento de seus pares, servindo também como ferramenta didática. Neste trabalho, através da revisão de algumas das principais referências sobre esse conceito, buscaremos analisar questões epistemológicas envolvidas. Afinal, o que são Experimentos Mentais? Será que eles podem nos fornecer uma fonte de conhecimentos do mundo natural? De onde vem esse conhecimento? O objetivo principal desta análise é buscar padrões de interpretação através de categorias de definições apresentadas por pontos de vista significativos. Diferentes autores (MACH, 1913; KUHN, 1977; BROWN, 1991; GENDLER, 1996; NORTON, 2004; MCALISTER, 1996; NERCESSIAN, 1999) discutem os limites e as potencialidades dos Experimentos Mentais. Baseados em suas considerações, propomos aqui cinco categorias distintas para sua compreensão: Processo de

---

\* Doutora em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica (PPGEEB) e do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Professora-adjunta do Departamento de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). *E-mail:* marcia.pereira@ufes.br

Recontextualização, Intuições Platônicas, Argumentos Pitorescos, Experimentos e Manipulação de Modelos Mentais.

**Palavras-chave:** Experimentos Mentais. *Gedankenexperiment*. Epistemologia.

**Abstract:** Science is made of choices of its protagonists and as such, full of subjectivity. A scientific theory is an explanatory assumption and denies the influence of the imagination as an active agent in the construction of knowledge would be at least naive. Although science has well-defined rules, his method is limited to obtaining and processing of data. The emergence of the idea or the initial hypothesis is the result of intuitive leap of free human imagination. The mental experimentation is the process of using imaginary situations to help us understand or predict how things can behave in reality. As the Concrete Experiments the Thought Experiments are an essential tool in the construction of scientific knowledge. Such imaginary situations are much of the argument of scientists in convincing the search of his peers, serving also as a teaching tool. In this work, by reviewing some of the main references on this concept, we will seek to analyze epistemological issues involved. So what are Thought Experiments? Can they provide us with a source of knowledge of the natural world? Where does this knowledge? The main objective of this analysis is to interpret patterns through categories of definitions presented by significant viewpoints. Different authors (MACH, 1913; KUHN, 1977; BROWN, 1991; GENDLER, 1996; NORTON, 2004; MCALISTER, 1996; NERCESSIAN, 1999) discuss the limits and capabilities of Thought Experiments, based on their considerations we propose five different categories for your understanding: Re-contextualization process, Intuitions Platonic, Arguments Quaint, Experiments and Mental Models manipulation.

**Keywords:** Thought Experiments. *Gedankenexperiment*. Epistemology.

## Introdução

Quando pensamos nas criações da imaginação, o que nos vem à mente são mundos fantásticos e personagens fictícios. Em um primeiro momento, não associamos a elas teorias ou modelos científicos sérios. No que diz respeito à ciência, a imaginação parece estar relacionada apenas à ficção científica ou às invenções mirabolantes de caricatos cientistas malucos. Esses sim, “soltam a imaginação” para criar as coisas mais incríveis e esdrúxulas. Os “cientistas de verdade”, comprometidos

com a interpretação dos fatos, prezam seus critérios restritivos e métodos rigorosos e tentam suprimir de suas observações qualquer influência subjetiva. Se a ciência deve representar a “realidade” e descrever o mundo com regras bem definidas, será que há nela espaço para a imaginação?

Somos capazes de entender e admitir que a imaginação seja algo indispensável no campo das artes. Em uma obra literária, o autor pode criar um mundo distinto com uma lógica própria. O escritor é admirado pela sua capacidade de descrever fatos que nunca ocorreram, e ele deve ser capaz de construir uma realidade. O artista plástico deve trazer à tona a beleza do inusitado, usando diferentes cores e formas. Porém essa *licença poética* para interpretar o mundo não é admitida no trabalho do cientista, pelo menos não explicitamente.

O que distingue a ciência de outras formas de interação com a realidade é o uso do método na obtenção do conhecimento científico. No entanto, podemos perceber, analisando brevemente algumas das etapas presentes em diferentes abordagens metodológicas, que o método da ciência está muito mais sujeito à subjetividade que a maioria dos cientistas é capaz de admitir:

- a observação isenta é uma condição inatingível. Ela é sempre seletiva e para que haja observação, é necessário um objeto escolhido a ser observado. Os cientistas obviamente escolherão aspectos da situação que interessam e convenham ao seu estudo. Além disso, existem expectativas e noções prévias acerca do que se vai observar que vão interferir na própria observação. Observações também não são imparciais, já que podem levar a uma infinidade de interpretações;
- a indução é, de acordo com a crítica de Hume, fortemente direcionada pela causalidade, que, por sua vez, está relacionada à imaginação, que é responsável pela formação da crença e pela inferência causal;
- no argumento dedutivo, a conclusão não acrescenta nada de novo ao que já estava presente nas premissas e só se é capaz de garantir uma conclusão verdadeira se as premissas são garantidamente verdadeiras, mas a escolha das premissas também é uma questão subjetiva; e
- a execução de experimentos envolve a elaboração de aparato experimental, que frequentemente está direcionado ao aspecto

que se deseja repetir no experimento. Todo experimento é feito para responder a uma questão específica, previamente elaborada. Há, ainda, a possibilidade da experimentação mental que puramente se baseia na interpretação de seu criador.

De modo geral, a experimentação mental é o processo de empregar situações imaginárias para ajudar a entender ou prever de que maneira as coisas podem se comportar na realidade. Embora sejam conduzidos apenas na imaginação dos cientistas, assim como os Experimentos Concretos (ECs) consideram uma situação controlada na qual o observador irá analisar o panorama, criar hipóteses e compará-las com os resultados. São criados para ultrapassar impossibilidades técnicas de concretização real ou para considerar situações extremas ou absurdas. Frequentemente, imaginamos situações, possíveis ou não, como um recurso para compreender e transmitir ciência. EMs,<sup>1</sup> alegorias e paradoxos são dispositivos da imaginação comumente usados para investigar a natureza das coisas. A simples citação de alguns deles já nos dá a dimensão de sua enorme influência e importância à ciência.

Na física, cujos exemplos exploraremos neste trabalho, utilizar *simplificações* e situações *ideais* é uma prática comum, tanto que já passam despercebidas como *irreais*. Não coincidentemente, EMs são abundantes nessa área, e muitos deles se tornaram famosos como os experimentos de Galileu sobre a queda dos corpos e o movimento relativo, os *gedankenexperimente*<sup>2</sup> de Einstein, o gato de Schrödinger, entre outros. Muito de nosso conhecimento sobre ética, filosofia da linguagem, filosofia da mente, entre outras disciplinas, está ancorado na análise de conjecturas virtuais. Mach (1913) afirma que eles estão presentes mesmo onde os leigos menos esperariam encontrá-los, e cita o exemplo da matemática. Para alguns autores o conhecimento matemático é todo ele construído a partir da experimentação mental, devido à ausência do dado empírico. (BROWN, 1991).

---

<sup>1</sup> Tradução da expressão em inglês *Thought Experiments*.

<sup>2</sup> O termo em alemão *gedankenexperimente*, pelo qual ficaram conhecidos, foi introduzido pelo dinamarquês Hans Christian Orsted. (STÖLTZNER, 2002).

## Analizando os Experimentos Mentais

Mais que ornamentos intelectuais, os EMs são efetivamente usados para gerar conhecimento científico. Através da revisão de algumas das principais referências sobre esse conceito, buscaremos traçar um panorama das questões epistemológicas envolvidas:

- O que são EMs?
- Os EMs podem fornecer uma fonte de conhecimentos do mundo natural?
- De onde vem esse conhecimento?

Entre os cientistas que se dedicam à análise da experimentação mental, há uma variedade de respostas para as questões propostas neste estudo. Na literatura, encontramos diferentes modos de interpretação que caracterizam definições e interpretações distintas. Após discutir cada um deles separadamente, será feita uma análise comparativa resumindo esses diferentes pontos de vista.

O físico Ernest Mach foi um dos pioneiros na discussão sistemática sobre EMs e pesquisa científica (1913). Para ele a experimentação mental é uma pré-condição necessária à experimentação física e age como um processo de purificação lógica, através da qual é possível considerar que circunstâncias determinam certo resultado e que circunstâncias são dependentes ou independentes umas das outras.

O autor pondera que é somente quando se tem uma rica experiência que a imaginação pode entrar em jogo. Segundo ele, é a natureza da experiência adquirida anteriormente que faz o sucesso da experimentação mental. A escolha de circunstâncias na representação dos fatos influencia no grau de concordância com que nossos pensamentos representam as experiências. Em suas palavras: “O pensamento do físico está geralmente menos completo do que a experiência que ele esquematiza.” (1913, p. 205).

Ele descreve a possibilidade de a experimentação mental ser parte de um método de variação contínua. Alargamos o limite de validade de uma representação, modificando e especializando as circunstâncias; assim, nós modificamos e especializamos a representação. Com o pensamento é possível diminuir e, finalmente remover, elementos que tenham influência quantitativa em um fato, de modo que outras circunstâncias atuem sozinhas. Esse processo pode ser considerado uma idealização ou

uma abstração. Ele afirma que todas as noções e leis físicas gerais foram adquiridas através de idealizações.

Segundo Mach (1913), pode acontecer que o resultado de uma experiência mental seja bastante decisivo de modo que o autor, com ou sem razão, julgue inútil todo o controle externo pela experimentação física. Mas quanto mais a conclusão da experimentação mental é hesitante e indeterminada, mais incita a experimentação física, que aparece como sua continuação natural para completá-la e precisá-la. Para ele a ligação estreita entre dedução e experiência é a base da ciência moderna. A experiência suscita um pensamento que, comparado novamente com a experiência, e a seguir modificado, constitui uma nova concepção à que se aplica o mesmo processo. Esse desenvolvimento pode absorver a atividade de diversas gerações antes de estar completo.

No artigo “A function for Thought Experiments”, Kuhn (1977) afirma que os EMs devem ser reconhecidos como uma ferramenta ocasionalmente poderosa para aumentar a compreensão do homem sobre a natureza. O autor se questiona: A que condições de verossimilhança está sujeita a situação imaginada nos EMs? E em que sentido e extensão ela pode representar um fato? Para ele cada experimento mental bem-sucedido personifica em seu *design* alguma informação prévia sobre o mundo. Essa informação não está debatida no experimento, ao contrário disso, ela repousa sob dados empíricos, que devem ser bem conhecidos e aceitos, geralmente antes que o experimento tenha sido concebido. Nada sobre a situação imaginada pode ser inteiramente não familiar ou estranho.

Nessa perspectiva, Kuhn indaga: Como, confiando exclusivamente em dados familiares, pode um experimento mental conduzir a novos conhecimentos ou a uma nova compreensão da natureza? Sua análise sugere que a nova compreensão produzida pelos experimentos mentais não seria uma compreensão da natureza, mas mais propriamente do aparato conceitual do cientista. A função dos EMs é ajudar na eliminação da confusão existente *a priori*, forçando o cientista a reconhecer contradições inerentes a sua maneira inicial de pensar. Ao contrário da descoberta do novo conhecimento, a eliminação dessa contradição não parece exigir dados empíricos adicionais. Para ele, os EMs não criam novos dados, mas promovem a recontextualização de dados empíricos antigos.

Kuhn afirma literalmente que os EMs não podem nos ensinar nada sobre o mundo que não fosse conhecido antes. Porém, ao final da discussão, o autor admite que, em algumas situações específicas, a confusão ou contradição aparente pode ser expressa pela natureza. Essa situação o leva a sugerir que, nesse tipo de EM, o cientista aprende tanto sobre o mundo quanto sobre seus conceitos. De modo análogo ao que acontece na interação entre o EC realizado no laboratório e a observação do fenômeno na natureza, os EMs podem revelar falhas no confronto entre a natureza e os resultados esperados. Isso pode sugerir que tanto as expectativas quanto a teoria devem ser revisadas.

Numa visão derivada da interpretação kuhniana, Gendler (1996) analisa os EMs como um processo de raciocínio realizado no contexto de um cenário imaginário bem-articulado. Seu objetivo é responder a uma questão específica sobre uma situação não imaginária. Nesse sentido, a experimentação mental pode revelar lacunas no sistema conceitual e indicar como ele pode ser alterado, confirmando ou refutando hipóteses ou teorias.

Em seu trabalho (GENDLER, 1996), a autora tenta mostrar que ambos, os poderes e os limites dessa metodologia podem ser traçados pelo fato de que quando a contemplação de um cenário imaginário nos traz um novo conhecimento, o faz forçando-nos a considerar casos excepcionais. Ela analisa seis casos distintos, em diferentes áreas, e os toma como exemplos paradigmáticos do uso apropriado da expressão *Experimento Mental*. A autora propõe uma caracterização que captura algo importante sobre a estrutura fundamental comum a todos os casos:

- um cenário imaginário é descrito;
- um argumento que tenta estabelecer a avaliação correta do cenário é oferecido; e
- essa avaliação do cenário imaginário é tomada, então, para revelar algo sobre casos além do cenário.

Para a autora essas características tornam razoável descrever os EMs como uma modalidade de raciocínio. Gendler sugere uma taxonomia na qual define três tipos básicos de pergunta que podem ser feitos sobre determinado cenário imaginário e que revelam contrastes cruciais caracterizando três diferentes tipos de EM:

- (1) factível: O que aconteceria?
- (2) conceitual: Como, dado (1), nós devemos descrever o que aconteceria?
- (3) avaliativo:<sup>3</sup> Como, dado (2), nós devemos avaliar o que aconteceria?

O primeiro tipo diz a respeito ao que pensamos dos fatos de uma situação. EMs científicos são tipicamente factíveis, são tentativas de eliciar intuições físicas sobre o que aconteceria sob determinadas circunstâncias. O segundo tipo considera o que nós tomamos como aplicação apropriada dos conceitos; o leitor é solicitado a pensar sobre como tal situação deve ser descrita. No terceiro tipo, somos solicitados a fazer julgamentos sobre como avaliaríamos o que aconteceria em uma situação particular e diz respeito a uma resposta moral ou estética apropriada.

No livro, *The laboratory of mind*, Brown afirma:

Experimentos mentais são executados no laboratório da mente. Além dessa metáfora é difícil dizer exatamente o que são. Nós os reconhecemos quando os vemos: são visualizáveis; eles envolvem manipulações mentais; não são a mera consequência de cálculos fundamentados em teoria; são freqüentemente (mas nem sempre) impossíveis de executar como experiências reais seja porque nos falta a tecnologia relevante ou porque são simplesmente impossíveis em princípio. (1991, p. 25).

Esse autor propõe uma taxonomia para os EMs baseada em algumas considerações operacionais. Inicialmente são classificados de acordo com seu objetivo diante do panorama teórico neles considerado, se sua intenção é reforçar ou refutar um argumento culminando na adoção ou abandono de uma hipótese. O segundo nível de classificação está relacionado com a estratégia usada para alcançar esses objetivos.

Brown (1991) traça um paralelo entre o conhecimento matemático e o conhecimento físico. Ele argumenta que é comum pensar que a física tenta descrever o mundo físico, enquanto a Matemática fornece ferramentas úteis, no sentido de teorizar sobre o mundo físico, as quais envolvem o uso de modelos matemáticos, e esses modelos são dados *a priori*. Mas nosso conhecimento do mundo físico que se encaixa em alguma estrutura matemática particular é ele próprio *a posteriori*, assim,

---

<sup>3</sup> Tradução do termo em inglês *Valuational*.

diferentemente do conhecimento matemático, ele é falível. Porém, para o autor a fonte da intuição matemática é semelhante à fonte da intuição física.

Para o autor há um tipo especial de EM, cuja epistemologia é similar à epistemologia da matemática, o qual pode fornecer *a priori* crenças (falíveis) sobre como o mundo físico funciona. De maneira análoga aos objetos abstratos do mundo platônico, podemos conceber as leis naturais existindo como relações entre *universais*.

Brown (1991) descreve alguns ingredientes envolvidos no Platonismo: (1) há objetos abstratos existindo fora do espaço e do tempo; (2) como esses objetos são é o que faz serem nossos enunciados matemáticos verdadeiros ou falsos; (3) a mente capta ou intui algo sobre eles; e (4) nosso conhecimento matemático é um *a priori* no sentido de ser independente das sensações físicas, mas não é necessariamente infalível.

Tipicamente, um EM destrutivo tenta mostrar que as consequências de uma determinada teoria são absurdas e por isso essa deve ser abandonada. Um bom exemplo é o chamado *Gato de Schrödinger*. No interior de uma caixa totalmente vedada à passagem de luz e som, coloca-se um gato, um frasco de gás venenoso e um dispositivo que contém um núcleo radioativo. Se o núcleo decair, emitirá uma partícula, e o dispositivo será acionado, quebrando o frasco e matando o gato. Mas, como os acontecimentos são regidos por probabilidades, não é possível saber com certeza se o núcleo decairá ou não.

De acordo com a interpretação de Copenhague para a mecânica quântica, o estado do núcleo pode ser descrito pela superposição de dois estados: uma mistura de “núcleo decaído” e “núcleo de não decaído”. Consequentemente, o próprio gato está numa superposição de estados: *vivo e morto*. O objetivo da experiência é ilustrar que a Mecânica Quântica é incompleta se não existirem regras que descrevam quando a função de onda colapsa, e o gato se torna morto ou vivo, em vez de uma mistura de ambos.

Os EMs construtivos ao invés de refutarem, fornecem suporte para uma teoria e podem fazê-lo, segundo Brown (1991), de três maneiras diferentes. Em alguns casos, o ponto de partida não será uma dada teoria a ser corroborada, mas uma situação-problema, uma determinada conjectura que demandará uma interpretação, nos chamados EMs construtivos conjecturais. Tomemos como exemplo o *Balde de Newton*.

Imaginemos um sistema composto por um balde suspenso contendo certa quantidade de água, não suficiente para enchê-lo. Num primeiro momento, não havendo movimento relativo entre a água e o balde, a superfície da água se mostrará plana. Quando a água e o balde passam a girar lentamente, a superfície da água ainda permanecerá plana, mas se a velocidade do conjunto aumentar, a superfície da água passará a ser côncava. Newton se perguntou como podemos diferenciar a situação inicial e a final e desenvolveu sua resposta em função de sua definição de espaço absoluto.

O *Demônio de Maxwell* é um exemplo de EM construtivo mediativo, que facilita a conclusão ilustrando determinadas características da teoria. Esse EM foi utilizado para que as consequências da nova teoria cinética dos gases não parecessem tão absurdas.

Maxwell (2001), supôs um recipiente cheio de moléculas com velocidades distintas, cuja temperatura é a expressão macroscópica dessas velocidades. O recipiente seria dividido em duas partes por uma portinhola. Um ser microscópico, provido de inteligência, abrindo e fechando a abertura, poderia separar as moléculas rápidas de um lado e as lentas do outro. Assim, seria possível elevar a temperatura de um lado e baixá-la do outro, sem realizar trabalho sobre o sistema, o que violaria a Segunda Lei da Termodinâmica.

Os EMs construtivos diretos, assim como os conjecturais, não começam, mas terminam com uma teoria pronta e acabada. Observemos o caso do *Elevador de Einstein*: Um elevador está sendo puxado por uma força constante e, conseqüentemente, move-se com aceleração constante. Os fenômenos acontecem, e diferentes observadores, um dentro e outro fora do elevador, tem percepções distintas. Como não é possível discernir qual deles está correto, Einstein concluiu pela inexistência do movimento absoluto e a impossibilidade de um sistema de coordenadas inerciais.

Brown (1991) define ainda os EMs que são ao mesmo tempo construtivos diretos e destrutivos e os chama de platônicos. De um golpe, só eles destroem o antigo e criam o novo. Como exemplo, podemos considerar o EM mais famoso da história da ciência: *A experiência da Torre de Pisa* sobre a queda dos corpos idealizados por Galileu.

Através de seus personagens, Galileu imaginou uma bala de canhão e uma bala de florete caindo do topo de uma torre. De acordo com a física aristotélica, a bala de canhão deveria ser a primeira a alcançar o

chão, por ser mais pesada, o que de fato acontece. Mas, quando consideramos que os projéteis são unidos e lançados novamente, as consequências dessa interpretação são absurdas, e Galileu propõe uma nova teoria através da qual todos os corpos estão sujeitos à mesma aceleração.

Norton é uma referência indispensável nessa área de pesquisa, adotando uma posição, segundo ele próprio, deflacionária. O autor se opõe fortemente à possibilidade de obtenção de novos conhecimentos sobre o mundo natural através dos EM. Ele afirma que EM são argumentos que obedecem às seguintes condições (1991):<sup>4</sup>

- (i) postulam um estado de coisas, hipotético ou contrafactual; e
- (ii) invocam detalhes irrelevantes à generalidade da conclusão.

Baseado nessas premissas, propõe que os EMs podem ser reconstruídos como argumentos, e as considerações irrelevantes podem ser excluídas. Para ele a conclusão de um EM precisa estar livre dos detalhes envolvidos na circunstância (ii). Eles podem ser classificados de acordo com os meios através dos quais esses detalhes são removidos:

*Tipo 1:* A conclusão livre de detalhes resulta dedutivamente das premissas. Os EMs desse tipo são tipicamente argumentos *reductio*. Os detalhes estão envolvidos em um contraexemplo, a uma afirmação universalmente determinada, de cuja contradição resulta a conclusão.

*Tipo 2:* A conclusão torna-se livre dos detalhes através de um passo indutivo. Esse passo pode considerar a afirmação de que o caso que envolve os detalhes é *típico* ou que os detalhes são *não essenciais*, de modo que o resultado produzido seja tão bem aplacado nesse quanto em outros casos.

Em outro artigo, Norton (2004) propõe que EMs são apenas argumentação comum disfarçada em formas narrativas ou pictóricas. Como consequência, não podem nada além, epistemologicamente

---

<sup>4</sup> Posteriormente, o autor admite tais condições como necessárias, mas não suficientes. (NORTON, 2004).

falando, do que argumentos comuns. O conhecimento que eles supostamente proporcionam vem das premissas introduzidas, explícita ou tacitamente, neles próprios. Esse conhecimento é então transformado, com frequência tácita, através da argumentação dedutiva ou indutiva para gerar o resultado final. Para corroborar sua hipótese, ele procura demonstrar a falibilidade dos EMs mostrando, através de exemplos, que para cada EM pode ser idealizado um anti-EM correspondente, que leve a conclusões opostas às do primeiro. Isso inviabilizaria os EMs como fonte confiável de novos conhecimentos, já que podem conduzir tanto as conclusões verdadeiras quanto o seu oposto, consequentemente falso, e vice-versa.

McAllister (1996) adota uma visão experimentalista, segundo ele próprio, que define os EMs como experimentos, embora sejam uma forma extrema. O autor afirma que para que um EC seja aceito em ciência como uma fonte de evidência, os praticantes dessa ciência precisam reconhecer nele dois critérios de legitimidade: precisa satisfazer os padrões de competência na prática experimental adotada e se mostrar relevante na resolução de controvérsias. Quando isso acontece, o autor afirma que esse experimento possui significatividade.<sup>5</sup> Paralelamente, os EMs também devem satisfazer condições similares para serem aceitos como fontes de evidência. Os praticantes precisam ser persuadidos de que o EM foi bem-formulado, em concordância com os padrões da ciência envolvida. Esses padrões podem, por exemplo, requerer que o cenário contemplado no experimento não viole leis naturais já estabelecidas. Mas, mais fundamentalmente, os praticantes dessa ciência precisam ser persuadidos de que o EM fornece evidências relevantes para estabelecer ou desacreditar uma afirmação. Ou seja, também devem possuir significatividade.

De acordo uma premissa logicista, a significatividade de um experimento é intrínseca a ele e não depende do contexto argumentativo, enquanto, na premissa historicista, a significatividade de um experimento é conferida a ele em uma área particular da ciência, em um tempo particular pelo esforço persuasivo do cientista. McAllister (1996) sugere que a noção logicista da significatividade, adotada por autores como Brown, não é mais sustentável para os EMs do que para os ECs. Ele

---

<sup>5</sup> Tradução da expressão em inglês *Evidencial Significance*.

argumenta que nossa compreensão dos EMs será mais avançada se adotarmos a visão historicista. Para esse autor os EMs possuem significatividade apenas histórica e localmente, isto é, quando e onde as premissas que lhe atribuem essa significatividade são endossadas.

Uma linha de interpretação alternativa às que analisamos até este ponto está baseada na premissa de que nossos processos de cognição são guiados por *Modelos Mentais*. Sua fonte é a modelagem cognitiva de intuições a partir de estruturas subjacentes ao pensamento que utilizamos na interpretação do mundo ao nosso redor.

Nessa mesma linha, Nercessian (1999) afirma que a experimentação mental é uma forma específica de simulação que pode ocorrer através de várias formas de raciocínio baseadas em modelos. Para explicar a noção de como a experimentação mental é efetuada através de raciocínio simulativo baseado em um modelo, é necessário discutir: (1) como uma narrativa facilita a elaboração de um modelo de uma situação experimental no pensamento; e (2) como podemos atingir conclusões conceituais e empíricas simulando mentalmente o processo experimental.

Na perspectiva da modelagem mental, a função da narrativa é guiar o leitor na construção de uma estrutura análoga à situação descrita. Em um EM, a narrativa tem a intenção clara de representar uma situação potencialmente real. A narrativa possui abstrações significativas com o objetivo de focar a atenção em uma parte específica da situação e delimitar as transições específicas que a governam. Construindo e conduzindo o experimento, fazemos uso de mecanismos de inferência, representações existentes e conhecimentos científicos e gerais para fazer transformações realísticas de um possível estado físico para outro.

Em Cooper (2005) a autora afirma que através de um EM, aparentemente, podemos começar de uma posição de ignorância, pensar e obter um novo conhecimento a despeito de não recebermos novos dados empíricos. Ela se propõe a explicar a origem desse novo conhecimento, adotando uma perspectiva melhorada da utilização de modelos mentais. A autora sugere que as diferenças entre modelos mentais e modelos concretos podem ser insignificantes, e que, da mesma maneira, há várias formas de construir um modelo, seja ele mental, seja ele concreto. Um experimentador mental estará apto a visualizar uma situação, outro usará um diagrama rabiscado, e um terceiro necessitará usar objetos concretos para representar atores, mas todos modelam a situação, e as diferenças não são importantes.

Segundo ela, caracteristicamente, os EMs se apresentam como uma série de questões do tipo *What if*, que podemos traduzir para *O que... se*. Por exemplo: *O que aconteceria se não houvesse atrito? Quando solicitados a responder a esse tipo de questão, predizemos como entidades imaginárias se comportariam, da mesma maneira que o fazemos para entidades reais. Algumas vezes, teremos leis explícitas governando como entidades do tipo que estamos imaginando, agindo nos tipos de situação que estamos imaginando. O raciocínio aplicado na construção de EMs é idêntico ao que aplicamos quando respondemos a questões O que... se em outros contextos. Os EMs também podem ser usados para explorar modelos.*

Assim, na análise de Cooper (2005) um experimentador mental manipula sua visão de mundo de acordo com questões *O que... se* propostas por um EM. Quando as condições necessárias de rigor e coerência são respeitadas, resultam em um modelo consistente ou numa contradição. Se um modelo consistente é executado, o experimentador pode concluir que o cenário é possível, se um modelo consistente não pode ser construído, então, o cenário é impossível.

### **Categorizando as interpretações**

Adotando uma entre outras análises possíveis, tentaremos compreender a epistemologia dos EMs e delinear respostas às questões propostas neste trabalho. Consideraremos cinco categorias de definições:

*Processo de recontextualização:* Nessa categoria, incluímos pontos de vista que consideram, de alguma forma, que a experimentação mental está ligada à experimentação concreta, num processo dinâmico de retroalimentação recontextualizando dados já obtidos e/ou checando sua concordância com o mundo natural. Nesse contexto, os dados são fornecidos indiretamente pela natureza e obtidos através da interpretação dos desdobramentos do cenário imaginário proposto.

Todos esses autores concordam que é necessário um bom conhecimento prévio do comportamento natural para que o cientista seja bem-sucedido em seu EM. Eles usam expressões como *critério de verossimilhança* (KUHN, 1977) ou *grau de concordância* (MACH, 1913).

Para Mach (1913, p. 197), por exemplo, a experimentação mental é parte integrante do e indissociável no processo de construção científica. Em suas próprias palavras: “Não há nenhum abismo entre a experimentação e a dedução: é uma questão de adaptar os pensamentos

aos fatos e os pensamentos uns aos outros”. Nas palavras de Kuhn (1997) os EMs, mesmo que inteiramente apoiados em informações já conhecidas, possuem um papel semelhante aos experimentos reais, possivelmente porque dão ao cientista acesso a informações que estão em suas mãos, mas que de algum modo permaneceram inacessíveis a ele.

*Intuições platônicas:* Essa categoria se aplica apenas à análise de Brown. Nesse contexto, os EMs são, segundo o autor, janelas que nos dão acesso ao mundo platônico dos objetos abstratos e relações universais. A categoria específica que ele denomina EM platônico é capaz de fornecer efetivamente novos conhecimentos sobre o mundo natural.

*Argumentos pitorescos:* Dentro da perspectiva de Norton (2004), os EMs não trazem nenhuma informação sobre o mundo natural e não transcendem o empirismo. Todo conhecimento que, supostamente, geram está embutido em suas premissas. Não passam de argumentos disfarçados em narrativas vividas, mas podem sempre ser reconstruídos como argumentos com a vantagem de retirar detalhes irrelevantes. Ele admite que uma perspectiva que acomode os EMs ao empirismo de maneira simples e direta deve ser aceita por definição, se comparada a outra proposta mais extravagante. A crítica de Norton se restringe à possibilidade de novos conhecimentos sem novos dados empíricos. O autor, porém, admite interessantes facetas dos EMs, como sua exploração eficaz de modelos e imagens mentais, seu poder como dispositivo retórico, sua similaridade com experiências reais, etc.

*Experimentos:* Para McAllister (1996), EMs são experimentos e, identicamente aos ECs, podem fornecer aos cientistas dados sobre o mundo natural se forem construídos de maneira coerente. Assim como os ECs, os EMs também estão sujeitos a falhas e à má- interpretação. Segundo ele, os EMs não podem ser reformulados como um argumento (contrariando a definição de Norton), e possuem uma função mais geral e importante para o raciocínio científico.

*Manipulação de modelos mentais:* Nessa categoria, os EMs são modelados na mente numa simulação que reproduz um cenário imaginário. Estão aqui incluídas as análises de Gendler, Necessian e Cooper, as quais se distinguem por considerar a importância dos EMs muito mais como uma fonte de conhecimento sobre as estruturas e concepções do experimentador do que sobre a natureza. Similarmente à primeira categoria, o conhecimento não é gerado pelo EM, mas nasce de sua interação com o mundo natural.

### Considerações finais

Apesar das múltiplas interpretações e questões em aberto que envolvem esse conceito, não há dúvidas de seu valor explicativo. A falibilidade, tão explorada por seus críticos, não os desclassifica. Qualquer outro procedimento experimental ou teórico, dentro da busca de explicações científicas, está também sujeito a falhas. Por sua capacidade de ilustrar situações e contextos, os EMs são frequentemente evocados em história, filosofia e ensino de ciências. A inteligibilidade dos EMs faz seu poder de convencimento tão grande ou maior que o dos ECs. Assim, eles podem corroborar ou desacreditar uma teoria, muitas vezes fazendo o papel do que chamamos de *Experimento Crucial*. Eles quebram a rigidez da distinção entre o empírico e o racional. Manipulam as teorias dando evidência à criatividade dos cientistas. Enfim, eles representam um exemplo prático e irrefutável do uso da imaginação como ferramenta na construção do conhecimento científico.

### Referências

BROWN, J. *The laboratory of the mind: Thought Experiments in the natural sciences*. London: Routledge, 1991.

\_\_\_\_\_. Thought Experiments: A platonic account. In: HOROWITZ, T.; MASSEY, G. J. *Thought Experiments in science and philosophy*. Savage, MD: Rowman and Littlefield, 1991. p. 121-128.

COOPER, R., Thought Experiments. *Metaphilosophy*, v. 36, n. 3, p. 328-347, 2005.

GENDLER, T. S. Thought Experiments. *The Encyclopedia of Cognitive Science*, p. 388-394. 2004.

\_\_\_\_\_. *Imaginary exceptions: on the powers and limits of Thought Experiment*.

1996. 263f. Tese (Doctorate of Philosophy) – Departament of Philosophy, Harvard University, Cambridge, 1996.

KIOURANIS, N. et al Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 1-507, 2010.

KUHN, T. S. A function for Thought Experiments. In: \_\_\_\_\_. *The essential tension*. Chicago: University of Chicago, 1977. p. 19-39.

MACH, E. L'expérimentation mentale. In: \_\_\_\_\_. *La connaissance et l'erreur*. Paris: Flammarion. 1913. p. 197-221.

MAXWELL, J. C. *Theory of heat*. [s.l.: s.n.], 1871. Reimpresso em 2001. New York: Dover.

McALLISTER, J. The evidential significance of Thought Experiment in science. *Studies in History and Philosophy of Science*, n. 27, p. 233-250. 1996.

MIŠČEVIĆ, N. Mental model and Thought Experiments. *International Studies in the Philosophy of Science*, v. 6, n. 5, p. 215-226, 1992.

NERCESSIAN, N. Model-based reasoning in conceptual change. In: MAGNANI, L.; NERCESSIAN, N.; THAGARD, P. *Model-based reasoning in scientific discovery*. New York: Plenum, 1999. p. 5-22.

NORTON, J. D. *On Thought Experiments: is there more to the argument?* In: NORTON, J. D. *Proceedings of the 2002 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Philosophy of Science*, 2004. p. 1.139-1.151.

\_\_\_\_\_. Thought Experiments in Einstein's work. In: HOROWITZ, T.; MASSEY, G. J. *Thought Experiments in science and philosophy*. Savage, MD: Rowman and Littlefield, 1991. p. 129-148.

\_\_\_\_\_. Why Thought Experiments do not transcend empiricism. In: HITCHCOCK, C. *Contemporary debates in the philosophy of science*. Oxford: Blackwell, 2004. p. 44-66.

STÖLTZNER, M. *The dynamics of Thought Experiments: Comment to Atkinson*, 2002. Disponível em: <philsci-archive.pitt.edu/626/>. Acesso em: 18 mar. 2015.

---

Submetido em 23 de março de 2015.

Aprovado em 31 de julho de 2015.