



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FILOSOFIA

Paulo Emmanuel Dellazari Fernandes

Hacking e o Conhecimento Tecnológico: do realismo à natureza da
investigação científica

FLORIANÓPOLIS 2025

Paulo Emmanuel Dellazari Fernandes

**Hacking e o Conhecimento Tecnológico: do realismo à natureza da
investigação científica**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Orientador: Prof. Ivan Ferreira da Cunha,
Dr.

FLORIANPOLIS 2025

Fernandes, Paulo Emmanuel Dellazari

Hacking e o Conhecimento Tecnológico: do realismo à natureza da investigação científica / Paulo Emmanuel Dellazari Fernandes ; orientador, Ivan Ferreira da Cunha, 2025.

101 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Filosofia. 2. Ian Hacking; . 3. realismo científico; . 4. tecnociência. I. Cunha, Ivan Ferreira da . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Filosofia. III. Título.

Paulo Emmanuel Dellazari Fernandes

**Hacking e o Conhecimento Tecnológico: do realismo à natureza da
investigação científica**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 02 de julho de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Ivan Ferreira da Cunha, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jerzy André Brzozowski, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Gilmar Evandro
Szczepanik, Dr. Universidade
Estadual do Centro-Oeste

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Filosofia .

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Ivan Ferreira da Cunha, Dr.
Orientador

FLORIANÓPOLIS, 2025

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma interpretação para a obra de Ian Hacking *Representar e Intervir: tópicos introdutórios em filosofia da ciência*, publicada originalmente em 1983. A dissertação se divide em duas partes: a primeira trata dos temas relativos ao realismo científico que surgem a partir da obra de Hacking, a segunda investiga possíveis vocabulários para aprofundar as interpretações dos conceitos de representar e intervir. Ian Hacking assume uma posição realista na filosofia da ciência, entretanto propõe uma doutrina não tradicional do realismo, a saber, o realismo de entidades. Hacking acredita que as teorias científicas não são literalmente verdadeiras, mas, ainda assim, elas tratam de algo real, a saber, as entidades usadas para causar efeitos em outras entidades. Para analisar esta forma controversa de realismo de Hacking, fizemos uma caracterização mais tradicional do que é o realismo a partir de French, bem como uma caracterização mais maleável e complexa da discussão a partir de da Silva e Sardi e a partir de Chakravarty e van Frassen, contemplando formas de realismo para além do tradicional. A segunda parte do trabalho discute diversas formas de caracterizar o processo de investigação concebido como representar e intervir. Hacking acredita que as representações não precisam necessariamente corresponder ao real, basta que elas nos proporcionem intervenções efetivas no mundo. E as intervenções são, na verdade, fenômenos naturais criados pelo ser humano em ambientes controlados e artificiais. Para interpretarmos esses conceitos, procuramos vocabulário em teorias que tratam da relação de ciência pura e ciência aplicada seguindo os comentários de Douglas, de Cuevas e de Szczepanik sobre o assunto. Nossa investigação indica que modelos lineares não são a maneira mais adequada nem para caracterizar a relação nem para interpretar Hacking. Com os comentários de Kroes e de Cupani, entendemos que a tecnologia pode ser uma disciplina autônoma de criação de conhecimento. Finalmente, com o conceito de tecnociência comentado por Szczepanik, por Cordero e por Queraltó, conseguimos encontrar diversas semelhanças e inter-relações para aprofundar nossa interpretação sobre os conceitos de representar e intervir.

Palavras-chave: Ian Hacking; realismo científico; tecnociência.

ABSTRACT

The aim of this work is to present an interpretation of Ian Hacking's *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Science*, originally published in 1983. The dissertation is divided into two parts: the first deals with themes related to scientific realism that arise from Hacking's work, and the second investigates possible vocabularies to deepen interpretations of the concepts of representing and intervening. Ian Hacking takes a realist stance in the philosophy of science, but proposes a non-traditional doctrine of realism, namely entity realism. Hacking believes that scientific theories are not literally true, but that they nevertheless deal with something real, namely entities used to cause effects in other entities. In order to analyze Hacking's controversial form of realism, we have made a more traditional characterization of realism based on French, as well as a more malleable and complex characterization of the discussion based on da Silva and Sardi and on Chakravartty and van Fraassen, contemplating forms of realism other than the traditional one. The second part of the dissertation discusses various ways of characterizing the inquiry process understood as representing and intervening. Hacking believes that representations do not necessarily have to correspond to reality, they just have to provide us with effective interventions in the world. And interventions are, in fact, natural phenomena created by human beings in controlled and artificial environments. To interpret these concepts, we looked for vocabulary in theories that deal with the relationship between pure science and applied science, following comments by Douglas, by Cuevas, and by Szczepanik on the subject. Our investigation indicates that linear models are not the most appropriate way either to characterize the relationship or to interpret Hacking. With the comments by Kroes and by Cupani, we understand that technology can be an autonomous discipline of knowledge creation. Finally, with the concept of technoscience commented on by Szczepanik, by Cordero and by Queralto, we were able to find various similarities and interrelations to deepen our interpretation of the concepts of representing and intervening.

Keywords: Ian Hacking; scientific realism; technoscience.

SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUÇÃO.....	8
1	A PROPOSTA REALISTA DE HACKING E OS CONCEITOS DE “REPRESENTAR” E “INTERVIR” ..15
1.1	<i>O contrassenso no realismo de Hacking.....</i> 15
1.2	<i>O realismo de entidades.....</i> 29
1.3	<i>Por que representar?.....</i> 34
1.4	<i>Como intervir?.....</i> 41
2	BUSCANDO VOCABULÁRIOS PARA INTERPRETAR HACKING..... 50
2.1	<i>Modelos hierárquicos e não hierárquicos.....</i> 54
2.2	<i>Ciência pura e ciência aplicada.....</i> 64
2.2	<i>Ciência aplicada e tecnologia.....</i> 73
2.2	<i>Tecnociência.....</i> 78
3	CONCLUSÃO..... 95
4	REFERÊNCIAS..... 98

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma possível interpretação da obra *Representar e Intervir: Tópicos Introdutórios de Filosofia da Ciência Natural* (1983, 2012) de Ian Hacking relacionando seus principais conceitos com abordagens recentes sobre filosofia de tecnologia e tecnociência. A obra de Hacking aborda questões centrais da filosofia da ciência, com destaque para o debate sobre o realismo científico e a forma como o autor caracteriza a investigação científica.

Este estudo se divide em duas partes principais: a primeira parte examina a discussão sobre o realismo científico, enquanto a segunda foca nos conceitos de representar e intervir, propostos por Hacking. Pretendemos promover um debate profundo sobre a questão do realismo e como o autor supracitado modifica os padrões históricos da discussão formulando uma versão inédita do realismo e abrindo espaço para novas formas de caracterizar essa posição. Na segunda parte do trabalho procuramos um vocabulário que nos auxilie a interpretar a que tipo de prática científica Hacking está se referindo, afinal de contas, que tipo de prática científica representa? Que tipo de prática científica intervém? Quais são os impactos sociais e epistemológicos de caracterizar a investigação científica desta maneira?

A questão do realismo científico é um dos tópicos mais debatidos na filosofia da ciência e, ao longo da história, diversas correntes filosóficas tentaram esclarecer as relações entre as teorias científicas e a realidade. A proposta de Hacking tem se mostrado decisiva para a renovação do debate, especialmente porque ele não adota uma visão tradicional do realismo, que exige a correspondência direta entre teoria científica e realidade. Ao contrário, Hacking propõe um realismo de entidades, no qual ele sustenta que algumas entidades descritas pelas teorias científicas podem ser reais, mesmo que as teorias em si não possam ser classificadas como verdadeiras no sentido estrito.

Para introduzir o debate sobre o realismo científico, utilizamos a obra de French (2009), que apresenta uma definição mais rígida do realismo, associando-o à ideia de que uma teoria científica deve refletir a verdade

sobre as entidades que ela descreve. No entanto, esta abordagem se revela insuficiente para interpretar as discussões contemporâneas sobre o tema, especialmente quando analisamos a perspectiva de Chakravartty e Van Fraassen (2018) e da Silva e Sardi (2024). Os primeiros propõem um novo enquadramento para o debate, para esses autores, a questão sobre a “realidade” das entidades inobserváveis não é uma questão genuinamente filosófica, mas uma questão sobre os critérios usados para caracterizar a realidade. Já da Silva e Sardi entendem que existem outras possibilidades para a posição realista que não se comprometem necessariamente com todos os princípios tradicionais trazidos por French. Ambas perspectivas permitem uma interpretação mais flexível e adaptada ao contexto da filosofia da ciência contemporânea. Já Dutra (2017) é trazido como autor que absorveu as discussões de Hacking e admite tranquilamente a possibilidade do realismo de entidades proposto por ele. Com isso, Dutra mostra que o realismo de Hacking, portanto, permite uma visão mais pragmática e ajustada às necessidades da investigação científica atual.

Na obra *Representar e Intervir*, há uma conexão entre o debate sobre o realismo e o debate sobre a forma como a investigação científica procede os dois debates que enfocamos, respectivamente, na primeira e na segunda parte deste trabalho. Hacking nos mostra que os dois tópicos estão profundamente interligados conceitualmente, desde as representações que não necessariamente precisam corresponder ao real até a criação de fenômenos e a intervenção no mundo natural. Assim, a própria cadeia argumentativa de Hacking mostra a ligação entre as duas partes deste trabalho: ao encontrar problemas na concepção de que a ciência busca representações verdadeiras, Hacking desenvolve sua perspectiva de que a ciência busca intervenções no mundo. Dessa forma, somente com uma discussão sobre os pressupostos realistas da filosofia da Hacking é que podemos compreender seu conceito de intervenção.

A segunda parte deste trabalho se dedica a discutir os conceitos de representar e intervir, que são fundamentais para a maneira como Hacking concebe a investigação científica. Para Hacking, as representações científicas não precisam necessariamente corresponder à realidade de maneira exata, mas devem ser úteis. Representações úteis são aquelas que

forneem informações suficientes para permitir intervenções bem-sucedidas no mundo. Exemplos de intervenções bem-sucedidas incluem vacinas, artigos militares e planos econômicos para a redução da desigualdade social. Para Hacking, esse é o objetivo central da ciência: agir sobre o mundo de maneira eficaz. E para que o ser humano consiga agir sobre o mundo ele precisa controlar as possíveis interferências da natureza e isso só é possível se ele criar os seus próprios fenômenos. Contudo, essa visão implica uma relação intrínseca entre as representações e as intervenções. Como o autor argumenta, a capacidade de agir sobre o mundo depende da nossa capacidade de criar representações do mundo que sejam precisas o suficiente para guiar a ação. Este movimento de interligação entre os conceitos de representar e intervir destaca uma continuidade fundamental na investigação científica: a produção de representações é necessária para realizar intervenções no mundo, e vice-versa.

Neste trabalho, serão levantadas duas hipóteses sobre este tema, uma sobre o conceito de representar e outra sobre o conceito de intervenção. A primeira hipótese diz respeito a uma possível subordinação das representações às intervenções, visto que avaliamos as representações conforme elas nos geram possibilidades de intervenções e estas últimas são as únicas que possuem uma certa materialidade para conferir objetividade ao processo. A outra hipótese é a respeito de um segundo nível de intervenção, veremos que o primeiro nível é a criação de fenômenos na natureza, entretanto o desdobramento deste primeiro nível de intervenção é a criação de novas tecnologias. A nossa hipótese é que essas tecnologias criam fenômenos sociais que seriam um segundo nível de intervenção.

O grande dilema que surge é que, quando Hacking fala sobre a criação de representações e a intervenção no mundo, ele está tratando de ciência pura e de ciência aplicada e quais são as opiniões do autor sobre este assunto? Ou ele está se referindo ao processo de criação tecnológica? Como Hacking caracteriza a relação ciência-tecnologia? Hacking tece comentários sobre ciência pura e ciência aplicada quando trata do caso da disputa entre Humphry Davy e Justus von Liebig sobre o papel da teoria e do experimento para a construção do conhecimento científico, tema que será explorado no decorrer do trabalho. Contudo, realizando uma procura sobre

os usos da palavra tecnologia no livro *Representar e Intervir*, notamos que são pouquíssimos os casos onde o autor faz qualquer comentário propriamente sobre o assunto. Ao total são mais de vinte ocorrências da palavra tecnologia, entretanto, a grande maioria é de ocorrências ordinárias da palavra muitas vezes usada na explicação de exemplos. O que é um tanto irônico, pois no capítulo nove o próprio autor critica os filósofos da ciência por não darem a devida atenção ao tema, como podemos ver na passagem a seguir:

Os filósofos da ciência constantemente discutem questões relativas a teorias e representações da realidade, mas raramente dizem alguma coisa a respeito dos experimentos, da tecnologia ou da utilização do conhecimento para alterar o mundo. Isso é um tanto estranho. Afinal, originalmente, a expressão “método experimental” era outro nome para “método científico” (Hacking, 2012, p. 235).

No mesmo capítulo outra aparição da palavra tecnologia chama a nossa atenção. Comentando o desenvolvimento da termodinâmica, o autor diz “Um dos caminhos para a nova tecnologia é a elaboração da teoria e do experimento, a qual é, posteriormente aplicada em problemas práticos” (Hacking, 2012, p. 251). Não é possível retirar qualquer interpretação conclusiva destas citações, pois todas as aparições do tema ‘tecnologia’ no decorrer do livro são descompromissadas e despretensiosas. Ademais, nos capítulos dez e quatorze, Hacking comenta sobre a utilização da tecnologia para a realização de observação e medição, ressaltando o uso instrumental da tecnologia na pesquisa científica.

Contudo a aparição mais relevante da palavra tecnologia está no primeiro capítulo, na seguinte passagem:

Diz-se que a ciência tem dois objetivos: teoria e experimento. As teorias tentam dizer como o mundo é. Os experimentos e a **tecnologia**¹ subsequente mudam o mundo. Nós representamos e nós intervimos. Nós representamos a modo de intervir e intervimos de modo a representar. (Hacking, 2012, p. 93).

Nesta citação, há uma certa ambiguidade sobre a ocorrência da

¹ A palavra tecnologia aparecem em negrito para destacar o termo.

palavra tecnologia. O autor está afirmando que o objetivo da ciência é representar e intervir, processo que é composto por teorias e experimento e a tecnologia neste caso seria algo que acontece a parte deste processo? Ou a tecnologia é um desdobramento natural dos experimentos científicos? Se seguirmos a primeira interpretação, então podemos dizer que a ciência teórica é responsável pelas representações e a ciência experimental pelas intervenções. Se seguirmos a segunda interpretação, então podemos dizer que a ciência de maneira geral é responsável pelas representações e a tecnologia pelas intervenções. Entretanto, se representamos de modo a poder intervir e intervimos da maneira como representamos, ambas as atividades devem estar de certa forma emaranhadas. Todas essas possibilidades de interpretação serão exploradas no capítulo 2 do presente trabalho.

A caracterização da investigação científica feita por Hacking abre diversas possibilidades de interpretação. Cuevas (2005) nos dará uma explicação sobre como funcionam os modelos hierárquicos e não hierárquicos da relação entre ciência e tecnologia. Uma interpretação possível é pensar que a ciência pura é responsável por criar representações e a ciência aplicada por criar intervenções. Porém, como veremos na análise histórica do debate sobre os conceitos de ciência pura e ciência aplicada feita por Douglas (2014), esta distinção não se baseia unicamente em argumentos propriamente filosóficos, e mesmo que o fizesse não parece ser a melhor alternativa para interpretar Hacking. Já em Kroes (1989), vemos o autor argumentando sobre a tecnologia ser um campo autônomo de conhecimento e não ter a sua investigação determinada pelas teorias científicas. Nesta parte, temos algum vislumbre para interpretar Hacking: a intervenção para o autor também é uma forma única de conhecimento, assim como a tecnologia é para Kroes.

Entretanto, ainda não encontramos em Kroes a noção de emaranhamento entre representação e intervenção presente em Hacking. É em Queraltó (2001) que esta noção fica explícita. O autor especifica um contexto de investigação denominado tecnociência onde o desenvolvimento tecnológico depende do desenvolvimento científico e vice-versa. No contexto de investigação tecnocientífico, os objetivos pragmáticos se sobressaem aos

objetivos teóricos, mas, ao mesmo tempo que manipulamos os objetos do mundo conseguimos caracterizar a realidade. A tecnociência parece ser uma proposta adequada para nos auxiliar a interpretar a caracterização da investigação científica feita por Hacking. E é por este motivo que trazemos Echeverría (2003) para tratar dos problemas sociais que decorrem da produção de conhecimento tecnocientífico e Cordero (2001) para tratar da independência das áreas científicas e tecnológicas dentro do contexto tecnocientífico.

A questão que o trabalho tenta responder é: quais são as relações entre os conceitos desenvolvidos em *Representar e Intervir* e o tema da tecnologia de maneira geral? Dentre as formas de entender a relação ciência-tecnologia, a que apresenta mais semelhanças com a proposta de Hacking é a concepção tecnocientífica, mas apesar destas semelhanças não há diálogo entre Hacking e os autores que tratam do tema. Podemos dizer que Hacking antecipou alguns conceitos tecnocientíficos antes deles serem elaborados? E por que ele passou despercebido pelos autores desta tradição?

É verdade que o autor de *Representar e Intervir* possuía preocupações muito mais epistemológicas, enquanto os autores da tradição da tecnociência dividem suas atenções também com preocupações sociais. No desenvolvimento deste trabalho pretendemos explorar as possíveis interpretações para Hacking e quais seria a utilidade dos seus escritos para a contemporaneidade.

Nos próximos capítulos, a discussão se desenvolverá da seguinte maneira: no primeiro capítulo, faremos uma discussão geral sobre o tema do realismo, trazendo French como uma caracterização rígida dos princípios do realismo. Em contrapartida, da Silva e Sardi e Chakravartty e van Frasseen exploram os limites da concepção realista, abrindo os horizontes para uma caracterização menos rígida da posição e que seja mais apropriada para as discussões atuais do tema. Dutra é um exemplo de quem já assimilou as diversas discussões sobre o realismo e nos traz uma caracterização mais apropriada da posição de Hacking, apresentando com naturalidade a posição de ser um realista de entidades e um antirrealista de teorias. Ainda no primeiro capítulo, serão desenvolvidos os conceitos de representar e

intervir, como a partir de representações ficcionais criamos fenômenos para intervir no mundo.

No segundo capítulo, avançaremos por diferentes perspectivas a fim de encontrar vocabulário que nos ajude a interpretar os conceitos de representar e intervir, Douglas, Hacking e Cuevas junto com Szczepanik comentando Mario Bunge elaboram uma discussão a respeito de ciência pura e ciência aplicada e as suas contribuições para a construção do conhecimento. Seguindo, é com Cupani e Kroes que debateremos se é possível a criação de um conhecimento propriamente tecnológico. E é a partir de Cordero, Queraltó e Szczepanik comentando Echeverría que elucidaremos o conceito de tecnociência e a suas diversas inter-relações e diálogos com a obra de Hacking. Com isso, pretendemos ampliar os conceitos desenvolvidos sobre tecno-ciência e aprofundar as suas relações com os conceitos de representar e intervir.

Na conclusão, pretendemos que a análise demonstre que o realismo de Hacking, embora não se alinhe integralmente aos princípios do realismo tradicional descritos por autores como French, mantém seu caráter realista ao enfatizar a eficácia das entidades manipuláveis. E também pretendemos que a articulação entre representação e intervenção revele uma hierarquia conceitual na qual a objetividade da representação depende de sua capacidade interventiva, sendo possível caracterizar um segundo nível de intervenção nas implicações tecnológicas e sociais da ciência. Com isso, pretendemos entender que a aproximação com a tecnociência, à luz de autores como Echeverría, Cordero e Queraltó, permita compreender como ciência e tecnologia se entrelaçam na prática investigativa contemporânea, fortalecendo a ideia de que o conhecimento científico não se limita à descrição, mas opera transformações reais no mundo. Assim, poderemos por fim interpretar de maneira coerente a teoria de Ian Hacking sobre a prática investigativa.

1 A PROPOSTA REALISTA DE HACKING E OS CONCEITOS DE “REPRESENTAR” E “INTERVIR”.

A obra de Ian Hacking *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural* tem como objetivo inicial discutir a questão do realismo científico, fazendo com que esse assunto apareça relacionado aos outros tópicos abordados no livro. Entretanto, os demais tópicos abordados pelo autor extrapolam as discussões sobre realismo científico e parecem nos oferecer uma forma de interpretar o funcionamento da investigação científica. Assim poderíamos dizer que Hacking tem uma tese sobre como funciona a investigação científica que poderia ser equiparável tanto com os positivistas quanto com Popper, mas para ele a ciência nem verifica nem falsifica²¹ ela *representa* e *intervém*. Porém, apesar de tratarmos a respeito das discussões sobre realismo científico presentes no livro de Hacking, discutiremos principalmente a descrição do autor do método científico. Para isso investigaremos como se caracterizam os conceitos de representação e intervenção para que fique claro a qual contexto científico se aplica esta ciência que *representa* e *intervém*? Mas inevitavelmente não podemos nos esquivar das discussões sobre o realismo científico trazidas pelo autor, já que este na verdade é o assunto primário do livro

1.1 O contrassenso no realismo de Hacking

Como já dissemos, Ian Hacking escreveu *Representar e Intervir* com a proposta principal de se posicionar como um filósofo realista da ciência, entretanto a proposta de realismo apresentada no livro causa estranheza à primeira vista. Isso porque o realismo de Hacking, chamado de realismo de entidades, difere substancialmente da proposta realista tradicional. Veremos na próxima seção que Hacking não se compromete integralmente com as

² Na literatura de filosofia da ciência, Carnap e Popper protagonizaram uma discussão que se refere ao critério usado para demarcar o que é ciência. Carnap, que fazia parte da corrente filosófica conhecida como positivismo lógico, afirmava que o critério que caracterizava o método científico era a possibilidade da hipótese ser confirmada. Já Popper, contrário a este critério, afirmava que era a possibilidade de falsear uma hipótese que caracterizava o método científico.

teses realistas mais ortodoxas, para ele o que há de real no conhecimento científico teórico são apenas algumas entidades postuladas pelas teorias, asquais, segundo Hacking, não podem ser consideradas verdadeiras. Esse tipo de posicionamento perante a questão do realismo ainda causa divergências entre os filósofos da ciência, que muitas vezes elegem critérios diferentes para julgá-lo, como veremos. Então, para que se faça justiça ao livro de Hacking, uma parte deste capítulo será destinada a discutir os mais diferentes critérios para se avaliar a questão do realismo científico e também analisar com mais cautela a própria proposta do realismo de Hacking.

Veremos como exemplo Steven French, que em seu livro *Filosofia da Ciência: Conceitos Chave*, apresenta Ian Hacking como um filósofo antirrealista. Mas, em oposição a French, como podemos ver em “O Realismo Científico e Seus Rivais” (2023) de Marcos Rodrigues da Silva e Gabriel Chiarotti Sardi, nem tudo que não é realismo deve ser visto necessariamente como antirrealismo. Também Anjan Chakravartty e Bas C. van Fraassen, em seu proeminente artigo “O que é realismo científico” (2021), discutem sobre a possibilidade de um realista não se comprometer necessariamente com a realidade de entidades inobserváveis. E, assim como todas as ideias filosóficas que são controversas, a proposta de Hacking sobre o realismo ainda ecoa sob as discussões. Por este motivo, para finalizar a seção cabe uma análise também de como Luiz H. A. Dutra, em seu livro *Introdução a Teoria da Ciência* (2017), analisa os desdobramentos da discussão.

Começaremos entendendo melhor o porquê de French classificar o realismo de entidades, como o de Hacking, como uma proposta antirrealista. Para isso, se faz necessário entender o que é ser um realista para French. Para o autor, a proposta realista deve se comprometer integralmente com três afirmações sobre as teorias científicas, entidades e as suas relações, pode-se chamar essas afirmações de “Os três mandamentos do realismo”. O primeiro mandamento é que as teorias científicas são verdadeiras; o segundo, que elas descrevem corretamente que tipos de coisas há no mundo (observáveis e inobserváveis); e o terceiro, que elas descrevem corretamente a maneira como essas coisas estão relacionadas (French 2009, p. 94), ou seja, as teorias científicas, as entidades por elas descritas e

as relações entre entidades e teoria são consideradas verdadeiras, pois descrevem o mundo tal como ele é, em outras palavras, descrevem a realidade. Para se comprometer integralmente com os três mandamentos, é necessário também se comprometer com a noção de verdade como correspondência. Nas palavras de French:

Esta parece ser uma posição bastante simples, mas mesmo nessa etapa precisamos tomar algum cuidado. Em primeiro lugar, por 'verdade' aqui o realista quer dizer verdade no sentido padrão de correspondência, ou seja, um enunciado é tornado como verdadeiro se ele corresponde a um estado de coisas no mundo. (French, 2009, cap. 7, p. 94).

A concepção correspondencial ou correspondentista da verdade é aquela que, como French colocou, afirma que um enunciado (ou outra entidade linguística) é verdadeira quando corresponde a um estado de coisas no mundo, por exemplo, um arranjo de fatos (ou outra configuração de entidades). Neste ponto, é possível dizer que a proposta realista se torna mais complicada, ao contrário do que diz French, porque não fica claro o que se quer dizer com a própria noção de "correspondência". Dutra (2001) nos mostra que há diferentes maneiras de entender tal noção, que foram adotadas por diferentes autores, como Russell, Austin, Popper e Davidson. Ainda de acordo com Dutra (2001), a verdade pode ser compreendida por meio de uma noção semântico-pragmática mais simples, a de uma relação de acordo entre linguagem e mundo (sem especificar os detalhes metafísicos dessa relação). Nessa perspectiva, as teorias correspondentistas podem ser criticadas por constituírem uma visão mais complicada da questão do que o necessário. Dessa forma, podemos considerar que o realismo científico mais ortodoxo descrito por French é uma posição complicada, afinal ela multiplica nossos problemas filosóficos.

Mesmo assim, French afirma que o realismo é a única maneira coerente de explicar o sucesso da ciência, pois afinal de contas, são conquistas da ciência a fabricação de vacinas, a manipulação genética, as previsões precisas sobre o clima, etc. Afirmar que a ciência alcançou todas essas conquistas sem que suas teorias descrevessem como é a realidade seria o mesmo que acreditar que o sucesso da ciência é um milagre. Este

argumento é conhecido como “argumento sem-milagres”³

Devido à importância do argumento sem-milagres citado acima na história da filosofia da ciência e também do fato dele aparecer de maneira recorrente neste trabalho, faremos aqui um adendo para uma melhor apresentação deste argumento. O argumento se baseia em afirmar que se uma teoria faz previsões bem-sucedidas sobre o mundo com uma frequência padrão, este sucesso pode ter duas origens diferentes, ou a teoria é de fato verdadeira (pelo menos aproximadamente verdadeira) ou é uma coincidência. Como seria um milagre se todas as teorias científicas bem-sucedidas fossem apenas frutos de uma coincidência, é muito provável então que elas sejam de fato verdadeiras. Como já citado na nota de rodapé número 3 é Hilary Putnam que torna esse argumento mundialmente conhecido na literatura de filosofia da ciência.

Entretanto, segundo Stathis Psillos no artigo denominado “O Argumento de Tolstói: realismo e a história da ciência” (2023), recentemente traduzido por Gabriel Chiarotti Sardi e Marcos Rodrigues da Silva, é Poincaré que apresenta uma primeira forma deste argumento. Ele o faz argumentando contra os principais desafios do argumento sem-milagres, apresentando primeiro um argumento histórico e em seguida um argumento conceitual.

Embora eu não vá me aprofundar aqui nos detalhes desse ponto, essa condição de correspondência captura uma versão inicial do chamado “argumento da ausência de milagres”, que Poincaré colocou em termos de quão improvável é que uma teoria seja radicalmente falsa e ainda produza previsões bem-sucedidas. A ciência é mais do que previsões aleatórias (“o cientista está menos enganado do que um profeta que deveria prever ao acaso”) e isso sugere que a ciência “não é desprovida de valor como meio de conhecimento”.³ (Psillos, 2023, p.6).

Poincaré apresenta o argumento histórico que consiste em defender a ciência da noção de que muitas teorias do passado fizeram previsões bem-

³ O argumento está presente em French (2009), e também é discutido por Chakravartty e van Fraassen (2018). Uma discussão mais completa está no verbete “Scientific Realism” na Stanford Encyclopedia of Philosophy (Chakravartty 2017), sendo apontado como a mais forte motivação intuitiva a favor do realismo científico. De acordo com esse verbete, o argumento foi desenvolvido por Putnam em 1975 no artigo “What is Mathematical Truth”, capítulo 4 do livro *Mathematics, Matter and Method* (Cambridge University Press).

sucedidas, entretanto, com o desenvolvimento das disciplinas científicas, foram provadas falsas. Resumidamente, Poincaré aponta para o fato de que de maneira geral apesar das teorias serem provadas falsas, alguns elementos delas continuaram sendo utilizados em teorias posteriores. Já para o argumento conceitual, Poincaré afirma que temos boas razões para pensar que esses elementos que são preservados mesmo com as mudanças de teorias devem possuir conexão com a realidade, caso contrário eles não seriam preservados com as mudanças teóricas. Concluimos este adendo com a citação de Psillos:

Não estou afirmando que Poincaré era um realista científico, embora, como observei anteriormente, ele se tornou progressivamente mais convencido da realidade de entidades inobserváveis, como os átomos. Mas estou afirmando que ele considerou acertadamente que uma defesa bem-sucedida da ciência como um empreendimento que fornece pelo menos algum conhecimento do mundo inobservável requer dois tipos de argumento: um argumento histórico que bloqueia o argumento de Tolstói e um argumento conceitual que liga o sucesso de teorias – especialmente na produção de previsões inovadoras – ao fato de terem, em maior ou menor grau, permanecido conectadas ao mundo⁴ (Psillos, 2023, p.6).

Voltando à explicação, como se pode notar, para French, ou você é um realista e se compromete integralmente com os três mandamentos do realismo e também com a noção de verdade como correspondência ou você é um antirrealista. Assim, podemos entender a posição de Hacking: ele se compromete apenas com o segundo mandamento e argumenta que esse é o único jeito de ser um realista. Isto é, como consequência da sua própria posição filosófica, Hacking necessariamente deve ser contrário ao primeiro e não concordar inteiramente com o terceiro. Isso é porque, para Hacking, cientistas se convencem da existência de uma determinada entidade teórica quando conseguem manipular a entidade em um ambiente artificial. Fora deste contexto não seria possível descrever adequadamente a entidade e as suas características. Assim sendo, Hacking concorda que é possível uma teoria científica descrever corretamente as relações entre ela e a entidade. Mas essa concordância acaba por não ser o que se espera, pois para o

⁴ Suprimimos a citação: PSILLOS, Stathis. Moving Molecules Above the Scientific Horizon: On Perrin's Case for Realism. *Journal for General Philosophy of Science*, v. 42, n. 2, p. 339-363, 2011.

autor a teoria não descreve a realidade propriamente dita e sim uma realidade artificial. Portanto, para Hacking, não podemos atribuir o rótulo de “verdade” às teorias científicas, o que contraria o primeiro mandamento do realista segundo French. Ainda assim, como dissemos, Hacking se considera um realista, pois, para ele, o realismo não pode ir além daquilo que chamamos de segundo mandamento de French: a ciência descreve corretamente as entidades, isto é, as entidades inobserváveis descritas pela ciência são reais. Para Hacking, antirrealista é alguém que recusa até mesmo este mandamento. Para French, por outro lado, antirrealista é alguém que recusa qualquer um dos três mandamentos.

Entretanto, para da Silva e Sardi (2023), nem tudo que não cabe dentro dos três mandamentos do realismo trazidos por French é necessariamente antirrealismo, algumas posições mais heterodoxas podem se encontrar em um limiar tênue entre o realismo e o antirrealismo. Entretanto, historicamente a tradição realista tende a não conceber esse tipo de posição mais cinza, como pode ser o caso de uma concepção historiográfica ou do socioconstrutivismo. Explicando esse comportamento da Silva e Sardi afirmam:

Essa insistência possui também uma explicação: realistas científicos entendem que discussões com sua posição são sempre uma discussão entre realismo e antirrealismo; ou seja: qualquer posição que não se adéque ao realismo científico é uma posição antirrealista. Em outras palavras: tudo o que não pode ser assimilado no interior do realismo científico é considerado uma forma de antirrealismo. De fato, conclusões extraídas tanto da concepção historiográfica quanto do socioconstrutivismo nem sempre podem ser consideradas realistas. Mas disto não se segue que todas as contendas entre estas escolas com o realismo científico ensejem uma rivalidade acerca de grandes princípios. (da Silva e Sardi, 2023, p. 251).

A proposta dos autores é mostrar a diferença entre a rivalidade das escolas filosóficas do realismo e do antirrealismo é uma rivalidade baseada na divergência de grandes princípios, porém a rivalidade entre o realismo e a concepção historio-gráfica e o socioconstrutivismo não possui a mesma dinâmica. Em resumo, a tese geral do realismo afirma que as ciências naturais buscam a verdade e as teorias científicas descrevem e explicam pelo menos de maneira aproximada a realidade do mundo. Os antirrealistas

afirmam que os cientistas não buscam a verdade, e também não são capazes de apresentar justificativas adequadas, apenas organizar o conhecimento em categorias arbitrárias. Essas duas concepções estão claramente em oposição uma a outra, os autores afirmam que elas divergem em três grandes princípios: sobre a relação entre teoria e realidade, sobre a inferência à melhor explicação e sobre o estatuto das entidades não observáveis.

A tradição realista afirma que o que garante o sucesso de uma teoria científica é a verdade da teoria ou a sua proximidade com ela, ou seja, aquilo que a teoria afirma deve de fato existir. O realista ainda admite que outros fatores como fecundidade, coerência, poder preditivo, etc, também influenciam no sucesso da teoria, entretanto, é a sua relação com a verdade o critério decisivo. Já para os antirrealistas as teorias científicas não possuem relação com a verdade, o sucesso dessas teorias se deve à sua própria organização interna e como ela adéqua as suas explicações a certos fenômenos, mas esses fatores não possuem relação com a verdade. Sobre inferência à melhor explicação, os realistas afirmam que apesar de diversas teorias se proporem a explicar o mesmo fenômeno, é a teoria verdadeira, ou, pelo menos, a mais próxima da verdade, que melhor explicará este fenômeno. Já os antirrealistas contra-argumentam que pode ser possível que a teoria realmente verdadeira não esteja sendo considerada na explicação. A história mostra que, durante o processo de seleção de teorias, muitas teorias que são fortes candidatas a verdades são descartadas. No artigo de da Silva e Sardi, o estatuto das entidades inobserváveis são o terceiro e último ponto da rivalidade entre as duas escolas. Os realistas afirmam que as entidades inobserváveis são tão legítimas quanto as entidades observáveis. Enquanto que os antirrealistas afirmam que não há subsídio empírico o suficiente para se comprometer com a verdade das entidades inobserváveis. Com isso, podemos constatar que existe uma rivalidade genuína a respeito de pontos decisivos entre as duas escolas de pensamento.

Porém, diferente de como vimos a respeito do realismo e antirrealismo, o de bate entre realismo e a concepção historiográfica não possui uma rivalidade tão acentuada. O debate se baseia no ponto de que a tradição realista afirma que as entidades postuladas pela ciência são autônomas, ou seja, independem das teorias científicas e até mesmo dos seres humanos para

existir. Por outro lado, a concepção historiográfica nos mostra que é necessário uma comunidade criando um ambiente teórico para que entidades científicas sejam postuladas, como podemos ver na citação a seguir:

Para um realista científico, conceitos científicos contidos em teorias científicas possuem uma referência – ou seja: uma contrapartida no mundo real. Assim, estes conceitos podem de fato ser considerados como entidades científicas. Mais do que isso, essas entidades são autônomas: elas não dependem das teorias empregadas para sua postulação. Já para a concepção historiográfica, as entidades científicas são produtos de intervenções comunitárias bem definidas pelo período histórico das próprias intervenções; ou seja: sem uma ambientação adequada, entidades não se estabelecem (da Silva e Sardi, 2023, p. 245).

A rivalidade entre realismo e o socioconstrutivismo é muito semelhante à rivalidade entre o realismo e a concepção historiográfica. O realista afirma que os conceitos científicos são autônomos e não dependem de fatores sociais para terem sua verdade comprovada. Já o socioconstrutivista considera os fatores sociais tendo grande importância para o sucesso de uma teoria científica, ou seja, as teorias não são aceitas apenas por sua força empírico-teórica, mas também por que atendem certas demandas dos cientistas. Aqui, porém, é preciso fazer uma ressalva: não é que o realista não considere que questões sociais existam na ciência, o realista considera sim questões sociais no âmbito da ciência, entretanto não as considera questões cognitivas, ou seja, não são fatores que devem ser levados em conta para explicarmos o sucesso de uma determinada teoria. Enquanto que o socioconstrutivista julga que é essencial entendermos as questões sociais em torno de uma teoria científica para explicarmos o seu sucesso. As nuances do debate giram em torno de que o socioconstrutivista, assim como na concepção historiográfica, também acredita

que as questões sociais não substituem a realidade. É fato que existem limitações tecnológicas, epistêmicas e culturais, mas o produto científico que surge de uma investigação que obviamente contém influências sociais não deixa de ser verdadeiro. Como vimos, Sardi e Silva nos mostram um caminho diferente daquele que foi apresentado por French em que tudo é baseado na dicotomia entre realismo e antirrealismo. Os primeiros dois autores nos mostram as nuances do debate reveladas quando são analisadas outras

escolas de pensamento diferente das duas supracitadas. Nem tudo que não é realismo é necessariamente antirrealismo, parece que há um grande espaço para debate entre estes dois extremos.

Veremos agora que, enquanto French nos oferece uma interpretação mais rígida e singular, Anjan Chakravartty e Bas C. van Fraassen, nos oferecem uma abordagem mais maleável e plural, assim como a proposta de Silva e Sardi. O artigo “O que é realismo científico” tem a estrutura de um diálogo entre os dois autores. Nesse diálogo, Chakravartty e van Fraassen exploram o problema do realismo científico para além dos tópicos introdutórios que temos visto, nos permitindo enriquecer nossa análise. Poderíamos resumir as questões levantadas pelos autores em três: primeiro, é necessário algo a mais além do realismo semântico para o realismo científico? Segundo, o argumento sem milagres é de fato um argumento derradeiro para a discussão do realismo científico? E por fim, é um requisito necessário para o realista científico acreditar que as teorias da ciência são verdadeiras e que as entidades inobserváveis descritas nelas são reais? De certa maneira os tópicos estão interligados, a resolução dos três se dá de maneira progressiva no artigo. Para compreendermos a proposta de Chakravartty e van Fraassen, temos que ter em vista que os autores estão tentando propor uma abordagem que concilie os mais diferentes tipos de realismos científicos presentes na literatura de filosofia da ciência⁵.

Tendo isso em vista, os autores consideram as discussões a respeito da linguagem uma parte relevante para a composição do debate sobre realismo, reflexo da virada linguística do século XX. Neste mesmo período, como os autores apresentam, o filósofo britânico Michael Dummett propôs um tipo de realismo denominado realismo semântico⁶. O realismo semântico consiste basicamente em defender que, para se sustentar um discurso realista a

⁵ É importante ter em vista que van Fraassen propôs uma das formas mais radicais de antirrealismo em seu livro de 1980 *A Imagem Científica* (2007), o chamado empirismo construtivo. Para van Fraassen nessa obra, as teorias científicas não podem ser consideradas verdadeiras, mas apenas ‘empiricamente adequadas’, e as entidades inobserváveis descritas pelas teorias são ficções construídas a partir do que podemos observar. O objetivo da ciência, para van Fraassen (2007) é “salvar os fenômenos”, isto é, tornar compreensível, explicável e controlável aquilo que observamos. No diálogo com Chakravartty, van Fraassen coloca desafios para a posição realista, tentando alcançar o limite do razoável nessa posição.

⁶ Por exemplo, em DUMMETT, Michael. *Truth and Other Enigmas*. Londres: Duckworth, 1978.

respeito de algum tópico, este discurso deve possuir condições de verdade objetivas. Em outras palavras, para afirmarmos algo sobre o que há de real no mundo o nosso discurso deve conter condições que determinem objetivamente quais sentenças são verdadeiras ou falsas. Contudo, os autores Anjan Chakravartty e Bas van Fraassen nos lembram que o empirismo construtivo é um tipo de antirrealismo que atende aos requisitos do realismo semântico de Dummett. Para os empiristas construtivistas, não existe a possibilidade de um acesso direto e imediato à realidade objetiva, para eles o acesso à realidade está sujeito às condições teóricas e contextuais. Como a proposta do artigo de Anjan e Bas é não excluir nenhum tipo de realismo da lista de teorias realistas possíveis, a proposta de Dummett apesar de ser muito relevante não pode ser um requisito básico, como podemos ver nesta passagem:

Tomar a linguagem da ciência literalmente e suas condições de verdade como objetivas não significa, portanto, realismo científico. A questão é o que mais é preciso e, especificamente, se esse mais será uma crença sobre fatos contingentes envolvendo entidades concretas. (Chakravartty e van Fraassen, 2021, p. 273).

Acompanhando o progresso da discussão, e como já antecipado na citação acima, naturalmente a pergunta que nos vem é a seguinte: se a linguagem não é necessariamente capaz de capturar a realidade, então o que explica o sucesso da ciência? É neste momento que surge o imponente argumento “sem milagres”, já citado por French e também em uma análise mais aprofundada por Psillos, originalmente proposto por Hilary Putnam mas que pode ter suas origens em Poincaré. Pois, se as teorias científicas não são necessariamente verdadeiras e as entidades inobserváveis postuladas por elas não são reais, então só pode ser um milagre que a ciência tenha sucesso. Mas será que um fato contingente, neste caso o sucesso da ciência, pode ser o argumento final de uma discussão filosófica? A força do argumento é evidente, entretanto, para Chakravartty e van Fraassen ele não encerra o debate. Isso porque a discussão está localizada em um meta-nível, ela não trata das crenças de como é o mundo natural mas sobre os compromissos assumidos para a admissão de uma crença sobre o mundo. Por exemplo, um filósofo “realista clássico” justificará a sua crença em uma proposição da ciência afirmando que seria um milagre caso aquela proposição não fosse verdadeira e

mesmo assim obtivesse sucesso. Já um empirista construtivo, antirrealista, poderia afirmar que a sua crença está justificada pela sua fé no método científico. Neste caso, fica evidente que o alvo principal da discussão são os critérios para a admissão de crenças, não quais são ou não as entidades do mundo natural. O filósofo realista clássico, para ter a sua crença justificada, depende crucialmente de que as entidades inobserváveis descritas naquela proposição correspondam⁷ ao mundo real, já o empirista construtivo também depende de que as entidades inobserváveis sejam reais, mas sua crença no real não depende da correspondência com o mundo natural, pois os critérios para admitir o que é real são diferentes para ambos. Como podemos ver na seguinte citação:

[...] a diferença entre esses dois filósofos aparece no meta-nível da análise e da interpretação direcionada antes de tudo para a questão do que a ciência é e apenas em segundo lugar sobre quais são as normas da racionalidade para as suas crenças. A verdade de qualquer teoria científica simplesmente não é o que está em questão nos debates do realismo científico. (Chakravartty e van Fraassen, 2021, p. 278).

Com isso, podemos dizer que o argumento “sem milagres” não é conclusivo para a discussão, pois o que está em jogo, para os realistas, não é o mundo natural,

mas quais critérios elegemos para admitir nossas crenças sobre a ciência. Chakravartty e van Fraassen concluem que ter a crença de que entidades inobserváveis da ciência são reais torna qualquer um automaticamente um realista, mas o debate filosófico está localizado justamente em quais critérios serão eleitos para servirem de parâmetros para a admissão desta crença. Ou seja, a discussão mais relevante é sobre como cada corrente filosófica decidirá o que é a realidade e como podemos de alguma forma conhecê-la e caracterizá-la. Para seguir com a proposta do artigo, os autores devem encontrar uma formulação do realismo científico que inclua os pragmatistas, instrumentalistas, neokantianos, e uma série de outros filósofos da ciência que compartilham da crença que as entidades inobserváveis são reais, entretanto não compartilham da opinião sobre quais são os parâmetros para a admissão desta crença. Para isso é formulada uma versão chamada realismo científico

⁷ Como vimos acima, há complicações para a compreensão do sentido de ‘correspondência’.

seletivo descrita pelo filósofo José Díez em correspondência com Bas van Fraassen:

(RCS—Realismo Científico Seletivo) Teorias realmente bem-sucedidas preditivamente (i.e., que fazem previsões verdadeiras, novas e arriscadas) possuem uma parte de seu conteúdo não-observacional, tal que essa é:

- i. responsável pelo sucesso de suas previsões;
 - ii. aproximadamente verdadeira;
 - iii. aproximadamente preservada pelas teorias posteriores nas quais, se mais bem-sucedidas, são mais parecidas com a verdade;
- (Chakravartty e van Fraassen, 2021, p. 279).

Reforçando que o debate sobre o realismo acontece em um meta-nível os autores concluem:

Isso não versa sobre como é o mundo, nem sobre quais teorias atuais são verdadeiras. Ao invés, versa sobre as normas que estão em vigor, mesmo constitutivas, na prática científica. Essa posição é, com certeza, responsável perante os fatos relevantes. Os fatos relevantes aqui são fatos sobre a prática científica, não são fatos sobre a natureza. (Chakravartty e van Fraassen, 2021, p. 280).

Assim podemos concluir que existem dois tópicos de discussão diferentes, um trata sobre se as entidades inobserváveis presentes nas teorias científicas são reais ou não, Anjan e Bas acreditam que esse não é um debate filosófico. O debate filosófico está localizado justamente na delimitação de critérios para a admissão de crenças. Ou seja, para os autores para considerarmos uma posição em filosofia da ciência como realista, essa posição deve creditar o sucesso da ciência a algo que exista de alguma maneira no mundo. E esse elemento responsável pelo sucesso deve de alguma maneira seguir os critérios do realismo seletivo formulado por José Díez. Analisando a proposta de Hacking em Representar e Intervir, veremos que ela se adequa à proposta do realismo seletivo, pois para o autor o conhecimento correto a respeito de uma entidade inobservável é o responsável pelo sucesso de uma determinada previsão. Nas próximas seções, veremos que no realismo de entidades de Hacking a única coisa que há de real e que permanece real é a entidade inobservável usada para causar efeitos em outras entidades inobserváveis. A teoria como veremos é falsa, e mesmo assim pode ser que

seja substituída por outra. Exploraremos esse tópico com mais detalhes quando tratarmos propriamente de Hacking, porém podemos já concluir que ele se encaixa como um realista na proposta de Chakravatty e van Fraassen.

Para aprofundar nossa análise da proposta do realismo de entidades de Hacking, vejamos o que o filósofo brasileiro Luiz Henrique de Araújo Dutra tem a dizer sobre o assunto. Essa análise de Dutra é importante pois mostra como Hacking foi influente e também como as suas ideias transformaram toda a discussão. Como vimos, French coloca o problema do realismo em torno de um pacote de afirmações e compromissos. Entretanto, historicamente a discussão sobre o assunto se desenvolveu em torno da existência ou não das entidades inobserváveis. Por este motivo, apesar da interpretação de French sobre o problema não ser estranha, ela parece um pouco rígida demais. Já Chakravarty e van Fraassen parecem ter uma opinião um pouco mais razoável e adequada para analisar o problema contemporaneamente. Podemos pensar no problema do realismo de maneira que o compromisso com cada um dos três mandamentos e também com a teoria da verdade se dê de maneira fragmentada. Assim como sugeriu Luiz Henrique de A. Dutra em seu livro: *Introdução à teoria da ciência*.

E a relação entre o realismo a respeito (da verdade) das teorias científicas e o realismo a respeito (da existência) das entidades inobserváveis postuladas por elas parece algo necessário, pois se alguém aceita uma teoria como verdadeira (ou aproximadamente verdadeira), parece impossível que não aceite também que as entidades postuladas pela teoria existam. Mas, de fato, tal relação entre realismo sobre teorias e o realismo sobre as entidades não é considerada por outros autores, estes também realistas. (Dutra, 2017, p.117).

Esta estratégia de Dutra para interpretar o problema do realismo é mais branda e também estabelece critérios mais razoáveis para que se possa analisar o autor de Representar e Intervir. Para Dutra, então, é possível defender ou não cada um dos três mandamentos do realismo de maneira separada, e mesmo assim ser realista ou não a respeito de um ou outro mandamento. Assim, assumindo que Hacking pode ser um realista de entidades e um antirrealista de teorias.

[...] Hacking defende que aquelas entidades inobserváveis postuladas

pelas teorias científicas existem, uma vez que elas podem ser detectadas em aparelhos utilizados em experimentos, mas suas descrições feitas pelas teorias científicas não são satisfatórias e, portanto, tais teorias não são verdadeiras, nem podem ser aceitas enquanto tal. (Dutra, 2017, p.118).

Como vimos nesta seção, foram expostas interpretações contraditórias a respeito do posicionamento: Hacking, French e Dutra não estão em acordo sobre a caracterização da posição assumida pelo autor. Entretanto, Chakravatty e van Fraassen exploram muito bem a suposta contradição de se assumir realista sem necessariamente ter o compromisso de que as entidades inobserváveis são reais. Enquanto da Silva e Sardi chamam a atenção para a estranha caracterização de tudo que não é o realismo ser necessariamente antirrealismo.

Então, para finalizar a análise do problema do realismo de entidades, do ponto de vista de Steven French, Hacking é certamente um antirrealista, isso porque ele não se compromete integralmente com os três mandamentos do realismo proposto por French. Recapitulando, o primeiro mandamento se refere a admitir as teorias científicas como verdadeiras, Hacking acredita que as teorias científicas são na sua maioria falsas, por serem aproximações com o objetivo de gerar representação úteis. O segundo se refere às teorias descreverem corretamente as entidades tanto observáveis quanto inobserváveis, Hacking acredita que a teoria só comprova a realidade da entidade que usamos para afetar a outra suposta entidade, além disso há dúvidas sobre a descrição de todas as características desta entidade usada. E por último, o terceiro mandamento exige uma teoria correspondencial da verdade; o autor de Representar e Intervir considera que essa teoria deve ser ultrapassada, buscando apoio em autores como Lakatos e Peirce para procurar “um substituto para a verdade”, título do oitavo capítulo de seu livro (Hacking, 2012, p. 191).

A discussão que ele realiza aponta para conceitos como objetividade e o sucesso pragmático na investigação, sugerindo que a noção de ‘verdade’ não seja aplicada a teorias científicas, ou seja propondo que as teorias não poderiam instanciar a relação de correspondência, ao menos não no sentido mais forte almejado por French. Parece que a posição assumida por French é

justamente a posição criticada por da Silva e Sardi, pois este primeiro assume que tudo que não é realista é necessariamente antirrealista, assim perdendo detalhes importantes e profícuos da discussão proposta por Hacking e também outras escolas de pensamento.

Entretanto, Anjan Chakravartty e Bas van Fraassen pensam o contrário: para eles Ian Hacking é um filósofo da ciência realista, isso porque a sua teoria se encaixa nos requisitos do realismo seletivo. Como podemos ver, para Hacking, é a entidade inobservável que está sendo usada como instrumento que é a responsável pela predição. Ela também deve ser aproximadamente verdadeira, pois, se não fosse, não teria como ela ser efetiva no seu uso como instrumento. E, analisando a prática científica, as entidades que estão sendo usadas como instrumentos continuam tendo o seu uso preservado na posteridade mesmo com a troca de teorias. Podemos concluir que essa é uma maneira coerente de interpretar o tipo de realismo proposto por Hacking, pois não caracteriza uma visão ingênua do problema enquanto também não propõe um modelo rígido em excesso. Também com isso podemos notar um possível diálogo entre Chakravartty e Fraassen e da Silva e Sardi, pois em ambos os artigos o debate gira em torno de critérios mais brandos e maleáveis para a admisão de crenças realistas.

A interpretação de Chakravartty e van Fraassen é tão adequada que a influência de Hacking se reflete na posteridade da literatura da filosofia da ciência. Neste trabalho, a referência à interpretação de Dutra caracteriza exatamente como a comunidade de filosofia da ciência absorveu essas ideias. Dutra expõe a proposta realista do autor de Representar e Intervir de uma maneira natural, sem espanto. Afirmando que é possível ser realista apenas de entidades, Hacking expande as possibilidades para se conduzir a discussão sobre realismo.

Mas mesmo tendo exposto essas análises filosóficas, parece que ainda é preciso ir mais a fundo para explicar quais são os pressupostos e compromissos assumidos por Hacking para afirmar que as teorias científicas não são verdadeiras, mas as entidades descritas nelas são reais. Na próxima seção veremos em detalhes a proposta do realismo de entidades de Hacking.

1.2 O realismo de entidades

Parece que uma grande nuvem de desconfiança paira sobre as concepções a respeito da realidade defendidas por Ian Hacking em *Representar e Intervir*. Assim como todo grande escrito filosófico deve ser, as concepções trazidas pelo autor instigam e provocam o leitor interessado. Depois de tecer alguns comentários a respeito do problema do realismo, seria impossível não dedicar algum espaço para citar diretamente a tese realista defendida por Hacking, a saber, o realismo de entidades.

Mas antes de descrever e explicar a tese do realismo de entidades, é de grande valia explorar as concepções gerais do autor a respeito da discussão sobre realismo científico. Sendo assim, o primeiro ponto que devemos analisar é que, para Hacking (2012, p. 81), a discussão sobre realismo científico não deve ser entendida como se fossem doutrinas opostas formadoras de concepções filosóficas. Usando a história da filosofia como exemplo, não devemos analisar o debate entre realistas e antirrealistas como analisamos o debate entre racionalistas e empiristas na filosofia moderna. O segundo caso é uma doutrina de formação de pensamento filosófico, já no primeiro, parece ser mais uma atitude em relação ao conteúdo das ciências. O que o autor está querendo dizer é que, apesar de fornecer uma caracterização para o realismo, este grupo de filósofos da ciência não é homogêneo e que existem muitas particularidades na maneira de cada filósofo encarar o problema. Como já vimos Chakravartty e van Fraassen compartilham da mesma opinião sobre os filósofos realistas que Hacking.

Para Hacking os principais pressupostos comumente associados a atitude realista são:

O realismo científico diz que entidades, estados, e processos descritos por teorias corretas realmente existem. Prótons, fótons, campos de força e buracos negros são tão reais quanto unhas, turbinas, redemoinhos nas águas de um rio ou vulcões, e as interações fracas da física de partículas são tão reais quanto se apaixonar. (Hacking, 2012, p. 81).

O mesmo serve para a atitude antirrealista:

O antirrealista diz o oposto: coisas tais como elétrons não existem. Existem fenômenos⁸ da eletricidade e da herança genética, mas

⁸ Hacking é um crítico do conceito de fenômeno presente na literatura de filosofia da ciência,

nossa construção de teorias sobre minúsculos estados, processos e entidades se dá apenas de modo a possibilitar previsões e produzir eventos pelos quais nos interessamos, Elétrons são ficções, e as teorias a seu respeito são ferramentas de pensamento. (Hacking, 2012, p. 81).

O autor identifica aqui a divergência entre princípios elementares das teorias realistas e antirrealistas, assim como da Silva e Sardi o fizeram no artigo citado na seção anterior. Entretanto, como vimos com French, se comprometer com a verdade de uma teoria científica acarreta o comprometimento com um grande conjunto composto por hipóteses, leis, previsões, observações, experimentos, entidades e uma teoria da verdade. Porém, essa é uma interpretação rígida, singular, e para Hacking, exigente demais. Assim como vimos em Chakravartty e van Fraassen e também em Dutra, encontramos antes deles em Representar e Intervir a proposta de que é mais prudente esperar que apenas uma parte da teoria científica seja real. Inclusive, dentro deste contexto, pode-se pensar em diversas composições de realismos diferentes. Como por exemplo, na versão clássica e mais tradicional de alguém que é um realista a respeito das teorias e também um realista de entidades. Ou como é o caso de Russell (cf. Hacking, 2012, p. 88), que acreditava que as entidades descritas pelas teorias científicas deveriam ser reveladas como construções lógicas, caracterizando assim um realista a respeito das teorias mas antirrealista de entidades. O autor expõe essa diferença entre realismos na seguinte passagem:

O realismo de entidades afirma que muitas entidades teóricas realmente existem. O antirrealismo de entidades nega isso, dizendo tratar-se de ficções, de construções lógicas, ou de partes do instrumento intelectual que utilizamos para raciocinar sobre o mundo. [...] O realismo de teorias diz que as teorias científicas, se verdadeiras ou falsas, não dependem do que sabemos: o objetivo da ciência é a verdade, a verdade como o mundo é. O antirrealismo de teorias diz que as teorias podem ser, na melhor das hipóteses, justificadas, adequadas, úteis, aceitáveis, mas não críveis, e pouco mais além disso (Hacking, 2012, p. 88-89).

O caso de Hacking é uma combinação dos citados acima, o autor se

para ele os filósofos afirmam que fenômenos científicos acontecem espontaneamente na natureza e o cientista apenas os registra e os reproduz em seu laboratório. Para Hacking os fenômenos científicos, apesar de poderem ser registrados de maneira espontânea na natureza, são criados de maneira artificial em laboratório e requerem a atuação ativa do cientista.

proclama um antirrealista de teorias e um realista de entidades. Isso porque para Hacking são as teorias científicas as encarregadas pelas representações e, para desempenhar essa função, o autor entende que as representações na sua maioria não podem ser classificadas como verdadeiras, veremos este ponto com mais detalhes nas próximas seções. Entretanto, para ele não é possível dizer o mesmo das entidades, pois, com alguma frequência usamos uma das entidades presentes nas teorias científicas para causar efeitos no mundo. Sendo assim, não seria possível não nos comprometermos com a existência da entidade usada.

Hacking explica que aderiu a esta doutrina após uma conversa com um amigo a respeito da existência de quarks. Na anedota contada pelo autor, para conseguir identificar a existência de quarks livres em uma gota de nióbio é preciso carregá-la com uma determinada carga elétrica. Entretanto, para os cientistas conseguirem alterar a carga original da gota de nióbio é necessário bombardeá-la com pósitrons ou bombardeá-la com elétrons. Neste caso, o antirrealista de entidades até poderia negar a existência de quarks, mas como negar a existência de pósitrons e elétrons? Não é possível que pósitrons e elétrons estejam causando efeitos e mesmo assim não sejam reais. Nas palavras do autor “Entendemos os efeitos, as causas e utilizamos isso para efetuar uma descoberta a respeito de outra coisa” (Hacking, 2012, p. 84). A frase do autor que ficou famosa por resumir esse pensamento, no original em inglês “If you can spray them, then they are real.” (Hacking, 1983, pp. 22-23), foi traduzida por Pedro Rocha de Oliveira na edição lançada pela editora da universidade do Estado do Rio de Janeiro em 2012, com a seguinte tradução: “Se você pode bombardeá-los, então eles são reais”. (Hacking, 2012, p. 84). Evidenciando o cerne da questão para Hacking, se você consegue causar efeitos com determinada entidade em outra entidade, então a entidade causadora de efeito não pode ter a sua realidade negada, não há como você bombardear algo com uma entidade inexistente.

Obviamente isso abre parênteses que podem ser comprometedores, pois isso não dá nenhuma garantia para outras características ontológicas da entidade a não ser de que ela é real, exploraremos esse tópico quando tratarmos da função das representações para o autor. Isso parece indicar que existe uma diferença entre compromisso epistêmico e compromisso ontológico.

Em uma leitura mais atenta, é possível notar que o autor parece não estar assumindo um compromisso direto com as características ontológicas das entidades mas sim com as características epistêmicas dessas mesmas, afinal de contas qual a diferença entre esses dois tipos de compromissos? Precisamos entender que assumir um compromisso ontológico com as características das entidades pode também acarretar com um certo tipo de compromisso com a teoria realista.

Pensando nas mais diversas possibilidades de respostas a essas questões que se apresentam, podemos dizer que, assumindo que a teoria científica descreve precisamente como a entidade é, estamos também assumindo uma teoria realista no sentido proposto por French. Ou em outro caso, como está sugerindo Hacking, podemos nos comprometer apenas com o efeito causado pela entidade, e apenas presumir que este efeito advenha das características ontológicas da entidade. Entretanto, o compromisso neste caso é diretamente epistêmico (o efeito causado pela entidade) e apenas colateralmente ontológico (a presunção de que este efeito foi gerado por uma característica ontológica da entidade).

Um bom exemplo que nos ajuda a entender a problemática envolvida nesse tópico é a construção de nanotubos de carbono. Nanotubos de carbono são estruturas cilíndricas construídas a partir de átomos de carbono organizados em uma rede hexagonal, Esses tubos possuem diâmetros na faixa de nanômetros (bilionésimos de metro). Existem dois tipos de nanotubos de carbono, os de parede simples que são compostos por uma única camada de átomos de carbono disposta em uma folha de grafeno enrolada em forma de tubo, e os de parede múltiplas que são compostos por várias camadas de grafeno enroladas uma dentro da outra. São artefatos conhecidos por características muito úteis como a alta resistência mecânica, pois são muito mais resistentes que o aço, apesar da sua leveza; condutividade elétrica, eles podem ser bons condutores de eletricidade ou não a depender de como são enrolados; condutividade térmica, pois são ótimos condutores de calor e a leveza já citada. Essas características tornam os nanotubos de carbono promissores para várias aplicações, como em materiais compósitos, eletrônicos, sensores, dispositivos de armazenamento de energia e na medicina, como no transporte de medicamentos para células específicas. O

que o exemplo nos mostra é que as características não são uma descrição de como são os nanotubos de carbono (descrição ontológica) mas são as características de uso dos nanotubos de carbono (descrição epistêmica).

Tradicionalmente na filosofia as discussões seguem o caminho contrário, das descrições ontológicas se derivam as capacidades epistêmicas, enquanto em Hacking das capacidades epistêmicas inferimos descrições ontológicas. Talvez não seja problemático borrar tão demasiadamente a linha entre ontologia e epistemologia? Na proposta pragmática seguida por Hacking não, em outras escolas filosóficas é muito provável que sim.

1.3 Por que representar?

Apesar de toda esta discussão sobre realismo científico, não devemos nos esquecer que o livro de Hacking de que estamos tratando se chama *Representar e Intervir: Tópicos Introdutórios de filosofia da ciência natural*. Esta seção e a próxima vão tratar justamente destes dois conceitos em específico *representar* e *intervir*⁹, e as discussões que os sucedem é claro. Argumentaremos mais adiante que Hacking parece caracterizar a investigação científica de uma maneira não tradicional e que a sua comparação com a tecnologia é inevitável. Veremos por exemplo que em uma definição mais precisa que a tecnociência é a junção do conhecimento tecnológico do conhecimento científico, e que através da junção destes dois conhecimentos o ser humano é capaz de criar uma interpretação particular de como o mundo é, e também criar artefatos que interferem na relação entre o ser humano e o mundo. O conceito de representação presente no livro, em linhas gerais, nos diz que a ciência cria representações não verdadeiras para conseguir interpretar o mundo segundo suas próprias intenções. Segundo Hacking, as intenções científicas têm como principal objetivo intervir no mundo, o que na prática se resume a criar artefatos como aviões supersônicos, vacinas para doenças mortais, bombas nucleares, planos de contingenciamento econômico para uma nação em crise.

Em seu livro Ian Hacking coloca sob suspeita a necessidade de termos re-

⁹ Na sequência do trabalho sempre que os conceitos de representar e intervir aparecerem em itálico é porque estarão se referindo ao conceito de Hacking.

representações que correspondam precisamente à realidade como sendo o principal fator para o sucesso da ciência. Para Hacking, é possível explicar o sucesso da ciência e ao mesmo tempo afirmar que as representações não correspondem literalmente ao real. O que o autor quer dizer é que, mesmo que as representações não sejam idênticas à realidade, pode-se explicar o sucesso da ciência sem recorrer a um milagre. Entretanto, o que é uma representação? A concepção mais tradicional de ‘representação’ remonta à filosofia medieval, quando se concebeu o conhecimento como uma imagem ou ideia que é semelhante ao objeto conhecido – o conhecimento, assim, representa o objeto para o sujeito conhecedor. Assim, conhecer seria possuir uma imagem mental que, por sua semelhança, pode se colocar no lugar do objeto conhecido (Abbagnano, 1971/2003, pp. 853-854). Por exemplo, se digo que conheço a escultura do Boitatá no campus da UFSC em Florianópolis, então, segundo essa concepção tradicional, tenho em minha mente uma imagem, uma réplica do referido objeto; meu conhecimento da escultura é tão preciso quanto a imagem que representa o objeto para mim.

Segundo o verbete “Scientific Representation” (2021) da Stanford Encyclopedia o tema das representações científicas ganhou destaque na literatura de filosofia da ciência nos últimos anos, mas geralmente é abordado de diferentes maneiras pelos filósofos, não há ainda um recorte delimitado ou um debate consolidado sobre as questões da representação científica. Isso se deve ao fato de que toda representação advinda de algum tipo de material ou ferramenta científica é uma representação científica, sendo assim podemos ter diversos tipos diferentes de representações atuando ou sendo produto de uma mesma investigação. Fazendo com que haja uma multiplicidade de assuntos e uma multiplicidade de maneiras para abordar esses assuntos a respeito da investigação científica.

Em termos mais gerais, qualquer representação que seja produto de um empreendimento científico é uma representação científica. Essas representações são um grupo heterogêneo que compreende desde leituras de termômetros e fluxogramas até descrições verbais, fotografias, imagens de raios-X, imagens digitais, equações, modelos e teorias (Frigg e Ngyuen, 2021).

No mesmo verbete Frigg e Ngyuen elencam alguns pontos que uma teoria da representação deve responder para ser considerada uma boa teoria,

são eles: O problema da demarcação, o que diferencia uma representação científica de uma representação não científica?; O problema do estilo, quais estilos de representação existem e como eles podem ser caracterizados?; Padrões de precisão, o que caracteriza uma representação como sendo uma representação precisa?; Problema ontológico, que tipo de objetos são as representações? Os autores afirmam que inevitavelmente esses tópicos irão esbarrar em outros tópicos, como a capacidade das representações gerarem hipóteses sobre os seus sistemas alvos, sobre a possibilidade de uma representação não representar adequadamente mas não deixar de ser uma representação, o que faz as representações atingirem seus objetivos, o direcionamento das representações e as suas aplicações matemáticas. A pretensão desta seção é de além de apresentar o conceito de representação de Hacking também investigar como a sua teoria responde a esses tópicos.

Como já dissemos, para Hacking, o sucesso da ciência se materializa em intervenções bem sucedidas no mundo. Entretanto, isso não é o mesmo que afirmar que as representações não ocupam um lugar relevante dentro da investigação científica. Aliás, muito pelo contrário, para Hacking, as representações ocupam um papel central não só na investigação científica como também na própria constituição do que nos faz humanos. O filósofo inspirado por Hannah Arendt e Aristóteles chega a definir o ser humano como *Homo Depictor*.

Se soubéssemos que os habitantes do desfiladeiro de Olduvai, há três milhões de anos, eram certamente humanos, mas não conseguíssemos encontrar por lá nada além de velhos crânios e pegadas, teríamos de postular que as representações construídas por esses nossos antepassados africanos foram apagadas pela areia. Jamais poderíamos admitir que, sendo humanos, eles teriam se eximido de representar (Hacking 2012, p. 216).

Ou seja, Hacking chama a nossa atenção para o grupo homínido pré-histórico que é considerado o primeiro grupo humano ou o último antes dos humanos conhecido pelo nome do desfiladeiro no leste da África onde se encontram seus registros fósseis. A questão de Hacking é que se determinarmos que esse grupo é humano, então temos que conceber que esse grupo criou representações em algum momento. Sendo assim, o autor afirma

que a capacidade de representar é própria da natureza humana e acompanha toda a nossa história evolutiva como espécie.

A pergunta que se segue é, como se constitui uma representação? Hacking diverge do conceito de representação como sendo algo que pode ser privado ao próprio indivíduo, como se fosse uma imagem mental única de um sujeito, ideia que, segundo Hacking, parecia estar presente tanto em Locke quanto em Kant, como um resquício da concepção medieval de conhecimento. Para o autor de *Representar e Intervir*, as representações devem ser necessariamente públicas, como podemos ver na seguinte citação:

Kant utilizou essa palavra como uma substituta para o termo ideia, utilizado pelos franceses e pelos empiristas ingleses. Mas isso é exatamente o que eu não quero indicar por meio da palavra representação. Tudo que eu chamo de representação é público (Hacking, 2012, p. 214).

Este conceito de representação pública se encaixa perfeitamente com o uso comum que fazemos da palavra representação, pois geralmente esperamos que as representações que possuímos possam ser compartilhadas entre nossos semelhantes – isso é uma condição de objetividade do conhecimento: se menciono a escultura do Boitatá, para que você entenda do que estou falando, nós dois precisamos ter uma representação coletiva do objeto. E é isso que Hacking pretende, pois para o filósofo uma representação não necessita ser necessariamente verbal, ela pode ser um desenho, um ato performático ou até mesmo um som emitido por um instrumento de música. Entretanto uma representação deve ter o propósito de nos dizer como o mundo é, e não é possível fazer isso através de sentenças simples. Sentenças simples nos revelam fatos contingentes de como uma parte do mundo está, mas nada nos revelam sobre como essa parte do mundo é, algo que só pode ser transmitido

por estruturas mais complexas da linguagem, como as teorias na ciência. A citação onde podemos ver o autor afirmando isto é a seguinte:

A sentença 'o gato está na esteira' de forma alguma representa a realidade. De acordo com o que Wittgenstein veio a afirmar mais tarde, tal sentença pode ser utilizada para diversos propósitos, e nenhum deles diz respeito à representação do mundo. Em contraste

com situações como essa, temos por exemplo, as teorias eletromagnéticas de Maxwell, as quais procuram realizar uma representação do mundo, isto é, procuram dizer como o mundo é. As teorias e não as sentenças individuais, são representações (Hacking, 2012, p, 215).

Como podemos ver, para o autor, não é possível dizer algo de substancial sobre o mundo através de uma sentença simples. O que novamente faz muito sentido para a ideia comum de representação, pois de maneira geral não é possível transmitir sentimentos apenas com o soar de uma única nota musical, representar de forma pictórica através de um desenho com um único traço. Sendo assim, quando a ciência pretende verbalizar o que é o mundo, isso também precisa se dar através de sentenças complexas. Com isso, o autor encerra a discussão sobre as características ontológicas das representações

Além de discutir sobre o que são as representações é necessário discutir sobre como funcionam essas representações, Ian Hacking nos diz que as representações funcionam estabelecendo semelhanças. Entretanto, não basta dizer que duas coisas são simplesmente semelhantes entre si, para o autor a semelhança sempre deve ser estabelecida através de um conceito. Conceito este que tem como função estabelecer parâmetros para identificarmos sobre que características as coisas compartilham semelhanças. Por exemplo, quando comparamos duas pessoas procuramos características em comum para mostramos as suas semelhanças, temos que especificar se as pessoas se parecem por terem um sorriso parecido, uma altura parecida ou até mesmo um jeito de pensar semelhante. Não é possível que duas pessoas sejam semelhantes em tudo, é por isso que temos que especificar sobre quais características elas compartilham essa semelhança. O autor de *Representar e Intervir* nos diz que:

Já me submeti por demais às lavagens cerebrais da filosofia para defender que as coisas em geral podem ser simplesmente ser semelhantes, sem que essa semelhança tenha de ser especificada por alguma qualificação. Ou seja, as coisas para ser semelhantes, precisam sê-lo com respeito a esta ou aquela característica (Hacking, 2012, p. 220).

Entretanto pode haver uma representação de uma coisa que não existe,

inclusive este uso das representações é muito no cotidiano popular. Por exemplo, uma representação muito comum de algo que não existe é a representação de um unicórnio, mesmo que esta representação compartilhe semelhanças seja com cavalos ou seja com chifres. Sendo assim, para Hacking a semelhança é anterior ao semelhante, conforme utilizamos a representação vamos refinando o conceito que serve de parâmetro para estabelecer a semelhança. A semelhança não se apresenta pronta e estabelecida, é através do uso da representação que ela vai se consolidando. Podemos ver exatamente isso na seguinte passagem:

Primeiro se dá a representação, e somente muito mais tarde criamos os conceitos em termos dos quais viremos a descrever os sentidos das similaridades. [...] Trata-se de uma noção crua e primordial de semelhança, a qual brota do próprio processo de criação de representações. E, na medida em que aprimoramos nossas técnicas de trabalho com os materiais de que dispomos, engendramos diferentes formas de observarmos o que é semelhante a quê (Hacking, 2012, p. 222).

O tópico seguinte que devemos investigar sobre as representações é para qual propósito elas servem. Para Hacking é a partir delas que conceitualizamos a realidade.

Uma vez estabelecida a prática da representação, um conceito de segunda ordem logo lhe segue: o conceito de realidade, o qual só possui conteúdo quando existem representações de primeira ordem. Haverá quem discorde, alegando que a realidade, ou o mundo estava lá antes de qualquer representação, ou antes da linguagem humana. Claro. Mas a conceitualização da realidade como realidade é secundária, pois algo tipicamente humano a precede, a criação de representações (Hacking 2012 p. 218).

Porém, como Hacking pode fazer afirmações deste tipo sem ser considerado um antirrealista? Porque, para o autor, se as representações estivessem gerando conceitos da realidade que não fossem adequados, não estaríamos conseguindo intervir no mundo. Isso porque como vimos na seção do realismo de entidades, Hacking acredita na realidade das entidades, para eles as representações não devem ser classificadas como verdadeiras, mas alguma entidade presente nesta representação deve ser real. É por isso que Hacking faz afirmações deste tipo e mesmo assim não é um antirrealista.

O argumento central do livro de Hacking é que as representações são fundamentais, e o que caracteriza uma representação como sendo uma boa

representação é proporcionar à ciência a capacidade de propor intervenções efetivas na realidade. Isso evidencia o caráter pragmático do pensamento de Hacking. Diferentemente de outras tradições filosóficas que caracterizam uma boa representação como sendo aquela que descreve com maior precisão a realidade, para o autor, uma boa representação é aquela que pode se concretizar em ações no mundo. Sobre este ponto notamos que há em Hacking uma possível subordinação das representações às intervenções. Apesar do autor colocá-las em pé de igualdade quando se tratando da construção do conhecimento científico, se as representações só são julgadas como boas na medida que podem ser uteis para intervenção, então isso quer dizer que as representações são subordinadas as intervenções.

Até aqui temos conteúdo o suficiente para analisar as possíveis respostas de Hacking as questões levantadas por Frigg e Nguyen no início da seção e avaliar a sua teoria da representação. Começando com o problema da demarcação, para Hacking não há uma diferença entre o ato de representar ordinário e as representações científicas, para ele representar é uma característica intrínseca do ser humano, veremos adiante que a única peculiaridade das representações científicas é a de serem voltadas para intervenção. Em seguida, temos o problema do estilo, parece que Hacking não atribui nenhuma restrição de estilo para as representações científicas, apenas que elas sejam sentenças complexas, o que é o caso dos empreendimentos científicos. Por terceiro, o que define os padrões de precisão na teoria de Hacking? Para o filósofo, uma representação precisa não é aquela que estabelece uma correspondência exata com o mundo natural, mas sim aquela que possibilita *intervenções* efetivas no mundo. Duas outras discussões derivam deste ponto, a representação gera hipóteses sobre o sistema alvo? Sim, é através dela que caracterizamos a realidade, então todas as hipóteses passam a ser uma consequência desta caracterização. Entretanto, o que faz essa caracterização de realidade ser boa caracterização e, por fim, gerar uma *intervenção*? Hacking afirma que é pela capacidade de estabelecer semelhanças.

Apesar de o autor afirmar que estas semelhanças devem ser direcionadas e estabelecidas de maneira intencional, ele ainda é pouco específico

co e poderia ter dado mais detalhes sobre este tema filosófico espinhoso. O quarto e último problema são as características ontológicas das representações, para Hacking elas devem ser públicas, ou seja, devem poder ser compartilhadas e acessadas por qualquer pessoa, além disso devem se dar em sentenças complexas. Hacking também afirma as representações são unidirecionais e funcionam no sentido *representação* → representante. Porém, na teoria de Hacking não parece haver a possibilidade de se representar algo que não existe, a representação sempre deve estabelecer semelhança com algum elemento do mundo natural. Avaliando a teoria da representação de Hacking a partir dos conceitos de Frigg e Nguyen podemos ver que ela é uma teoria bastante completa, e que oferece respostas interessantes aos pontos levantados pelos autores. Mas também podemos ver que existem lacunas a serem preenchidas e alguns pontos que poderiam ser mais bem desenvolvidos, como é o caso dos padrões de precisão: não é problemático o autor usar a premissa pragmática para resolver um problema tão complexo? E afinal de contas a questão da semelhança não é importante demais para ser resolvida apenas com a afirmação de que ela certamente é uma ação intencional? Essas são algumas das críticas que poderíamos fazer a teoria de Hacking até este ponto. À primeira vista a proposta de Hacking parece impossível, o primeiro pensamento que vem à mente é “Não é possível *intervir* na realidade sem representá-la tal qual como ela é, o mundo exige representações deste tipo”. Esta perspectiva parece ecoar uma visão realista de senso comum. Mas Hacking está afirmando que é através de representações imprecisas da realidade que se possibilitam *intervenções*. Esse não podemos mudar a natureza das nossas representações, então temos que alterar o mundo onde aplicamos as nossas representações, mas como isso seria possível? Na próxima seção veremos como Hacking caracteriza o conceito de *intervenção* e como ele se relaciona de maneira híbrida com o conceito de *representação*.

1.4 Como intervir?

A nossa hipótese é que podem existir dois níveis diferentes quando se afirma que a ciência propõe intervenções no mundo. A hipótese é que o primeiro sentido se refere a uma questão social, por exemplo, quando a ciência

influencia o comportamento de pessoas, direciona políticas públicas ou altera de alguma maneira o meio social e ambiental em que vivemos. O segundo sentido não é hipotético, pois se refere ao controle e a reprodução de fenômenos naturais produzidos pelas práticas científicas. Em *Representar e Intervir*, Hacking utiliza o conceito de *intervenção* prioritariamente neste segundo sentido, pois, para o autor, os fenômenos estudados pelos cientistas não surgem espontaneamente, é preciso uma intervenção humana para criá-los.

O que Hacking quer dizer no livro supracitado é exatamente essa ideia contraintuitiva: fenômenos científicos são criados. Entretanto, antes da explicação de como fenômenos são criados, é preciso discutir brevemente em qual sentido Hacking está usando a palavra 'fenômeno'. No sentido filosófico usual, fenômeno é algo que se manifesta, seja um evento ou um processo, evidentemente um fenômeno precisa ser notado por alguém. O autor nos diz que nos escritos científicos este conceito é reconhecido como "Um fenômeno é algo notável, digno de atenção e discernível. É comumente um evento ou processo de certo tipo que ocorre regularmente sob determinadas circunstâncias." (Hacking, 2012, p. 320) Como vimos, os fenômenos possuem algumas características para serem identificados como tal. Fundamentalmente, eles devem ser observados por mais de uma pessoa e essa observação deve se dar em mais de um momento. O filósofo também adiciona que esse é o modo comum do uso da palavra 'fenômeno' em ramos tradicionais da ciência, quando volta a afirmar sua definição:

O que eu chamo de fenômeno é algo público, regular, possivelmente semelhante a uma lei, mas talvez excepcional. Portanto, minha utilização da palavra fenômeno está amparada no uso feito pela física e pela astronomia (Hacking, 2012, p. 321).

Analisando a história da ciência, Hacking também observa que o termo 'efeito' ocupa exatamente o mesmo sentido que o termo 'fenômeno', considerando ambos como sinônimos. Entretanto, Hacking considera que os termos durante a história da ciência e da filosofia podem ter nos remetido a ideias distintas.

Há algo na palavra fenômeno que nos faz lembrar de eventos que podem ser registrados pelo observador talentoso que não intervém no mundo, mas que observa as estrelas. Já os efeitos nos lembram de grandes experimentos aos quais devem seus nomes e, por conseguinte, de homens e mulheres, Comptons e Curies, que intervieram junto ao curso da natureza para criar uma regularidade que, pelo menos a princípio, pode ser vista como regular (ou anômala) apenas em relação ao pano de fundo de uma teoria (Hacking, 2012, p. 325).

Em resumo, o que o autor está tentando argumentar é que entre fenômenos ou efeitos não há diferença de sentido nas palavras, em seu uso científico. Com isso se faz necessário um adendo para uma pequena discussão sobre o conceito de observação científica possuir vários significados diferentes do uso cotidiano, observação no contexto científico não se refere apenas a aquilo que é visto a olho nu. A história da ciência nos dá exemplos diversos de observações. Podem ser consideradas observações: a observação de um fenômeno a olho nu, a observação através de um microscópio (óptico ou eletrônico), a observação através de um macroscópio, a detecção da magnitude de um terremoto através de um captador de escala Richter, ou ainda uma simulação computacional, um experimento de pensamento, pode-se incluir também a coleta de dados em experimentos, a anotação de comportamentos em estudos de campo ou a análise de resultados em pesquisas. Entre todos esses modos exotéricos da palavra observação encontrados nas mais diversas formas de investigação científica, o importante é que a observação seja feita de maneira sistemática e que possa ser repetida por outros pesquisadores, contribuindo assim para a construção do conhecimento científico.

Um exemplo característico dessas formas de observação que são convencionais na ciência, mas muito distantes do que é considerado observação no uso cotidiano está presente da teoria da deriva continental e na forma como observamos o movimento das placas tectônicas. A teoria da deriva continental foi proposta por Alfred Wegener em 1912, a sua teoria afirmava que há cerca de 200 milhões de anos existia um supercontinente chamado Pangeia, que mais tarde se fragmentou, e os pedaços se moveram gradualmente para formar os continentes como os conhecemos hoje. As evidências que Wegener utilizou foram: o encaixe dos continentes, como um

quebra-cabeça, África e América do Sul, por exemplo, parecem se encaixar; fósseis idênticos encontrados em continentes separados, por exemplo, fósseis de Mesossauro na África e América do Sul; semelhanças geológicas, como cadeias de montanhas e tipos de rochas em diferentes continentes; evidências climáticas, sinais de antigas geleiras em regiões que hoje são tropicais. Na sua época, Wegener não conseguiu explicar como os continentes se moviam, por isso, muitos cientistas rejeitaram sua teoria. Apenas décadas mais tarde, com o avanço da ciência, especialmente com o estudo das placas tectônicas nos anos 1960, descobriu-se que os continentes realmente se movem, pois estão sobre placas que deslizam sobre o manto terrestre, comprovando a teoria de Wegener.

Atualmente existem muitos métodos para se detectar o movimento das placas tectônicas, como por exemplo o GPS Geodésico de Alta Precisão e o VLBI (Very Long Baseline Interferometry). O GPS Geodésico de Alta Precisão é o método mais preciso de utilizado atualmente para medir o movimento das placas tectônicas, ele funciona através de estações fixas de GPS de alta precisão que são instaladas em diferentes pontos sobre as placas tectônicas. Essas bases monitoram constantemente a sua posição em relação a satélites GPS, observando ao longo do tempo deformações acumuladas (que podem gerar terremotos) e movimentos milimétricos que acontecem durante o ano. Já o método VLBI é uma técnica de radioastronomia geodésica que mede distâncias precisas entre radiotelescópios situados em diferentes partes do mundo. Utilizando sinais de rádio de quasares distantes (fontes cósmicas estáveis) de uma estação para a outra, pode-se comparar o tempo que esses sinais levam para chegar a cada estação permitindo observar o movimento relativo das estações (portanto, das placas) com precisão milimétrica.

Os exemplos trazidos acima nos ajudam a entender o problema a respeito do conceito de observação científica. As evidências usadas por Wegener para sustentar a sua teoria em 1912 podem ser consideradas observações? O encaixe do continente americano e do continente africano pode ser considerado uma observação? Fósseis idênticos e evidências climáticas podem ser consideradas observações? Agora, sobre os métodos atuais de monitoramento das placas tectônicas, é uma observação se

utilizarmos o GPS Geodésico de Alta Precisão? E o VLBI que utiliza apenas sinais de rádio? Parece que a observação visual tende a ser uma evidência mais forte, mas na investigação científica são consideradas observações, qualquer tipo de medição, detecção, simulação, ou até mesmo uma inferência que possa ser sustentada por outras boas evidências. Portanto, precisamos ter cautela ao afirmar a observação de um fenômeno.

Voltando a Hacking, o autor é um grande crítico do sentido atribuído pelos filósofos à palavra fenômeno. Hacking afirma que este tipo de abordagem é consequência de uma tradição filosófica que acredita que a investigação científica está centrada exclusivamente na produção de teorias. Para esta tradição, as teorias versam sobre o mundo e as leis derivadas delas revelam as regularidades da natureza. Nesta forma de interpretar a investigação científica, os fenômenos sempre aconteceram naturalmente e são apenas a expressão de regularidades ou consequências das leis científicas expressas nas teorias. Antecipando a citação, é como se a tradição filosófica às considerassem “Criações divinas esperando ser descobertas”, como se não fosse necessário uma complexa estrutura laboratorial para a criação dos fenômenos.

O aparato e as invenções envolvidos foram construídos pelo homem. Mas tendemos a sentir que os fenômenos que foram revelados no laboratório são criações de Deus que ficaram esperando ser descobertas (Hacking, 2012, p. 325).

Como exposto por Hacking, é fato que os fenômenos são raros na natureza. Talvez alguém até possa observar espontaneamente a ocorrência de fenômenos naturais, como por exemplo quando uma placa de metal conduz uma corrente elétrica descarregada por um raio, mas isso nada tem a ver com os fenômenos estudados pelos cientistas. De maneira geral, os fenômenos estudados pelos cientistas necessitam de diversos outros fatores para poderem contribuir para a investigação científica, a sua simples manifestação pública não basta. Por exemplo, um fenômeno científico precisa ser mensurado e devidamente registrado: são relevantes em contexto de investigação dados como a intensidade da corrente conduzida pela placa de metal, o tempo pelo qual a corrente incidiu, as condições de temperatura em que isso foi observado, entre outras.

Podemos dizer que a força da natureza é indomável, mas a pesquisa científica necessita de controle. Para poder realizar medições, isolar casos de possíveis interferências, gerenciar as relações entre os elementos presentes no fenômeno, etc. Sem esse controle, seria impossível identificar regularidades e, para esse controle acontecer, o cientista precisa criar um ambiente não natural. Usando o efeito Hall¹⁰ como exemplo, Hacking explica que:

[...] o efeito Hall não existe fora de certos tipos de aparatos, e que, de fato, sua versão contemporânea transformou-se em parte de nossa tecnologia, sendo confiável e rotineiramente produzido. O efeito, pelo menos em seu estado puro, só pode ser presentificado por meio de dispositivos como esse. (Hacking, 2012, p. 326).

Ou seja, os efeitos ou fenômenos estudados pelos cientistas e reproduzidos em seus mais diversos testes de laboratório não são descobertas da natureza. Pelo menos não no sentido ingênuo que costumeiramente se imagina, efeitos ou fenômenos são criações humanas que só são possíveis através da sua interação com um ambiente artificial. É através desta especificidade, da criação de um ambiente próprio que conseguimos adequar as nossas representações irreais com o mundo.

Temos que entender que a proposta de criação de fenômenos de Hacking é antagônica à da tradição citada anteriormente, uma vez que para o autor só é possível testemunhar o efeito Hall se contarmos com o aparato tecnológico necessário para o produzir. O efeito Hall não é uma descoberta, mas uma criação científica, e a sua criação se transformou em artefatos que se integraram à tecnologia usada cotidianamente em nossa sociedade¹¹. Assim nos colocamos diante de um dilema, pois podemos nos perguntar se, devido ao seu elevado grau de artificialidade, casos como o do efeito Hall ainda se constituem como fenômenos da natureza? É preciso considerar que nada

¹⁰ O efeito Hall é um dos fenômenos fundamentais da teoria eletromagnética e da física quântica. Foi descoberto em 1879 por Edwin Herbert Hall e diz respeito à possibilidade de fazer um campo magnético desviar o movimento de cargas elétricas em um condutor, podendo ainda medir o desvio como um vetor de voltagem perpendicular ao fluxo das cargas (cf. Britannica, 2024).

¹¹ A princípio, uma ideia não desenvolvida por Hacking em seu livro é que a criação destes artefatos tecnológicos também são formas de intervir na sociedade. Sendo assim, a intervenção não ocorreria apenas na criação de fenômenos mas também nas mudanças sociais ocasionadas pela tecnologia gerada pela própria criação de fenômenos.

impede que o efeito Hall ocorra de maneira natural fora das paredes do laboratório, apenas as baixíssimas probabilidades de tal arranjo se constituir sem a intervenção humana. Mas também não podemos ser ingênuos a ponto de acharmos que a natureza é tão simples e direta de tal modo que o efeito Hall possa ocorrer isoladamente sem a ocorrência conjunta de inúmeros outros efeitos. Citando Hacking:

De certa forma, isso soa como um paradoxo. Uma corrente que passa através de um condutor, a ângulos retos com relação a um campo magnético, produz uma corrente em qualquer parte da natureza? Sim e não. Se existir, em algum lugar da natureza, um arranjo exatamente como conforme o descrito, e nenhuma interferência se manifestar, ocorrerá (Hacking, 2012, p. 326).

Tudo o que temos na natureza é complexidade, os fenômenos ou efeitos na natureza acontecem geralmente em conjunto, desta forma é possível afirmar que o efeito Hall em seu estado puro como descrito pela teoria nunca foi presenciado na natureza, é necessariamente produto da manufatura humana. Nas palavras do autor: “Da mesma forma, gostaria de sugerir que o efeito Hall não existia até que, com grande perspicácia, Hall descobriu como isolá-lo, purificá-lo e criá-lo em laboratório” (Hacking, 2012, p. 326). Os fenômenos são escassos e por isso precisam ser criados.

A criação de fenômenos parece resolver o problema filosófico relativo à quantidade ou à diversidade de repetições necessárias para se caracterizar um experimento científico como válido. Isso é porque a criação de fenômenos necessita de controle humano total para que se observe uma regularidade e isso só é possível através da realização de experimentos científicos. Nas palavras do autor, um experimento que não pode ser repetido não poderia ter criado um fenômeno, ou seja, se admitimos a criação de fenômenos como proposto por Hacking, todo experimento é por definição reproduzível. Como podemos ver na seguinte citação:

Todo mundo já ouviu dizer que os resultados experimentais, por definição, precisam ser reproduzíveis. No meu modo de ver, dizer isso é como formular uma tautologia. O experimento é a criação de fenômenos; os fenômenos precisam ser regularidades discerníveis – logo, um experimento que não pode ser repetido não pode ter criado um fenômeno (Hacking, 2012, p. 329).

Contudo, não podemos deixar de observar que dentro da prática

científica muitos cientistas encontram dificuldades para reproduzir alguns experimentos. Não é à toa que grande parte dos graduandos de cursos científicos enfrentam grandes dificuldades nas disciplinas de laboratório. Mas essa observação de certa forma colabora com o argumento de Hacking, os fenômenos dependem de uma calibragem laboratorial tão específica e determinada que é preciso muita experiência do experimentador e um aparato tecnológico sofisticado para reproduzi-lo, caso contrário o experimento não será bem sucedido. Com a metáfora de Hacking:

Experimental é criar, produzir, reinar e estabilizar os fenômenos. Se estes fossem abundantes na natureza, como amoras prontas para serem colhidas no verão, o não funcionamento dos experimentos seria estranhíssimo (Hacking, 2012, p. 330).

Essa dificuldade para a criação de fenômenos nos aponta uma relação conceitual de entrelaçamento bastante interessante entre “representar” e “intervir”. As intervenções encontram dificuldades para serem fabricadas devido a artificialidades das nossas representações ou as nossas representações adquirem este grau de artificialidade devido à dificuldade em intervir? A verdade é que distinguimos conceitualmente estas duas noções apenas para fins didáticos, mas é preciso entender o “*representar*” e o “*intervir*” como algo único, inserido em um processo contínuo. Afinal de contas, intervimos na medida em que as nossas representações parecem possibilitar, e também modificamos, adaptamos as nossas representações conforme nossas intervenções necessitam.

Diz-se que a ciência tem dois objetivos: teoria e experimento. As teorias tentam dizer como o mundo é. Os experimentos e a tecnologia subsequente mudam o mundo. Nós representamos e nós intervimos. Nós representamos de modo a intervir e intervimos de modo a representar (Hacking, 2012, p. 93).

Se não soubéssemos que essas últimas citações se referem a um texto de 1983 com certeza a caracterizaríamos naturalmente como textos tecnocientíficos. O próximo capítulo pretende tratar dos principais conceitos da tecnociência para que possamos visualizar as semelhanças com os conceitos propostos por Hacking. Particularmente, essa proposta de representar como intervimos e intervir como representamos é muito semelhante à noção de emaranhamento entre ciência e tecnologia, proposta recorrente nas teorias

tecnocientíficas. Dessa maneira, a dinâmica da pesquisa tecnocientífica pode ser entendida de uma maneira tal que os processos e artefatos tecnológicos condicionam a *investigação (representação)*, investigação que tem como principal objetivo criar artefatos tecnológicos (*intervenção*).

Além disso, a nossa hipótese sobre um segundo nível do conceito de *intervenção* referindo-se a uma questão social, por exemplo, quando a ciência influencia o comportamento de pessoas, direciona políticas públicas ou altera de alguma maneira o meio social e ambiental em que vivemos, anunciada no início da seção, pode ser resolvida. Para termos uma intervenção no sentido atribuído por Hacking devemos criar um fenômeno em um ambiente controlado e não natural. A tecnologia presente no cotidiano social já torna grande parte dos ambientes pelo menos parcialmente controlados e com um certo grau de artificialidade, além disso, muitos fenômenos sociais são decorrentes desse controle parcial e dessa artificialidade. Um exemplo da cadeia argumentativa que sustenta essa posição é a seguinte, criou-se um fenômeno e criou-se a internet, primeiro nível de *intervenção*. O uso do artefato da internet gerou outros fenômenos sociais e alterou o comportamento das pessoas e, para isso, foram criadas políticas públicas a respeito do uso da internet, segundo nível de *intervenção*. Conceitualmente não há nenhum impedimento que não nos permita fazer esta inferência a partir das ideias elaboradas por Hacking.

2 BUSCANDO VOCABULÁRIOS PARA INTERPRETAR HACKING

Para Ian Hacking, a ciência é contínua com o conhecimento comum. Vimos evidência disso no capítulo anterior quando tratamos da caracterização feita por Hacking do ser humano como *Homo Depictor*. Isto é, Hacking caracteriza a própria espécie humana por meio da habilidade ou capacidade de representar. Mas, entendendo que a representação só ganha sentido quando há intervenção, nossa imagem do conhecimento humano envolve as duas atividades em sinergia. A investigação científica seria, dessa forma, um refinamento de algo que já fazemos naturalmente.

Neste capítulo, buscaremos avançar o nosso entendimento das ideias de Hacking e de sua compreensão da ciência tentando ir além do vocabulário e os conceitos do próprio Hacking. Especificamente, conectaremos o ponto de vista de Hacking a uma discussão mais recente sobre a natureza da tecnologia e de sua relação com a ciência. Procuraremos, portanto, outras formas de caracterizar a relação entre representar e intervir na ciência. Curiosamente, essa busca por uma multiplicidade de vocabulário e interpretações está alinhada às ideias de Hacking sobre a ciência, o que notamos quando ele escreve:

O que é o método científico? A mesma coisa que o método experimental? Essa questão está mal colocada. Deveria haver o método científico? Não existe uma forma única de se construir uma casa, ou de se cultivarem tomates. Dificilmente poderíamos esperar que algo tão heterogêneo quanto o crescimento do conhecimento pudesse estar atrelado a uma metodologia única (Hacking, 2012, p. 238).

Da mesma forma, não podemos esperar que exista apenas uma forma de explicar a origem do conhecimento científico, entre essas múltiplas formas de explicação estão: a diferença entre ciência pura e ciência aplicada, a diferença entre ciência aplicada e tecnologia e também um novo regime de investigação denominado tecnociência. Tendo explícito quais são os princípios epistemológicos de cada tipo de investigação citada anteriormente, com uma diversidade maior de vocabulário e concepções, ficará mais fácil interpretar a que Hacking está se referindo em seu famoso livro, e é isso que pretendemos no decorrer deste capítulo. Entretanto, antes disso, se vê necessário fazer uma

breve reflexão sobre dois pontos que antecede nesse tipo de discussão mais específica sobre conhecimento tecnológico. O primeiro diz respeito a se a tecnologia pode ser geradora de conhecimento?. O segundo é o questionamento sobre a quê, afinal de contas, estamos nos referindo quando usamos a expressão ‘conhecimento tecnológico’.

Para respondermos à primeira questão não podemos esquecer que a filosofia da tecnologia é uma área de pesquisa recente no campo da filosofia. Diferente de áreas como a filosofia da ciência que possui uma tradição consolidada e ampla literatura que argumenta e legitima a ciência como uma forma de investigação geradora de conhecimento próprio, é possível dizer que a filosofia da tecnologia ainda está dando seus primeiros passos, apesar de algumas reflexões já terem sido feitas em meados do século XX sob o rótulo de “filosofia da técnica” (cf. Cupani, 2017, capítulo 2) – tais reflexões, no entanto, não se concentraram na questão epistemológica, que é a que mais nos interessa aqui. Essa situação de “disciplina nascente” da filosofia da tecnologia possui um efeito negativo duplo quando pensamos na tecnologia como sendo uma área autônoma geradora de conhecimento; primeiro como já dito não há subsídio filosófico suficiente para afirmarmos isso com tranquilidade. O segundo efeito, talvez mais devastador, é que uma parte relevante da tradição de filosofia da ciência que discutiu a respeito da formação do conhecimento científico subjugou a tecnologia como sendo apenas um produto do conhecimento científico. Essa impressão equivocada deve ser analisada e combatida, esse capítulo pretende também se prestar a isso.

Embora os problemas filosóficos a respeito da relação entre ciência e tecnologia não se resumam apenas a isso. Ana Cuevas escreve que:

Um dos problemas mais populares na área da filosofia da tecnologia é a caracterização das relações ciência-tecnologia. Vários modelos tentam explicar estas relações a partir de diferentes pontos de vista. Algumas dessas descrições falam de uma aplicação do conhecimento científico à inovação tecnológica, ou de novos artefatos tecnológicos a novas descobertas científicas. Este modelo de aplicação já foi uma opinião amplamente difundida entre historiadores e filósofos, mas as críticas da economia, da sociologia e da história expuseram boas razões para reconsideração. As críticas deram origem a novas interpretações e modelos, que se estendem desde aqueles que consideram a ciência e a tecnologia como dois sistemas diferentes,

até outros que defendem que não existem diferenças significativas entre ciência e tecnologia. (Cuevas, 2005, pg.54)¹².

A filósofa Ana Cuevas em seu texto “The Many Faces of Science and Technology Relationships” deixa claro a importância e os inúmeros intrincamentos presentes nas relações entre ciência e tecnologia. Quando se trata deste assunto a primeira tarefa deve ser sempre se desvencilhar dessa bagagem histórica de argumentos que colocam a tecnologia em papel de subordinação perante a ciência. O desenvolvimento recente do campo da filosofia da tecnologia mostra que existem argumentos o suficiente para afirmarmos que a tecnologia é possivelmente uma área de investigação geradora de conhecimento próprio. Uma versão do argumento do milagre poderia ser aplicada também à tecnologia. Primeiramente não é nenhum absurdo dizer que a tecnologia se desenvolve em ritmo mais acelerado que a ciência.

Sendo assim, podemos dizer que seria um milagre a tecnologia se desenvolver em ritmo tão acelerado se dependesse unicamente do desenvolvimento científico. No decorrer do capítulo iremos expor interpretações da relação ciência-tecnologia que colaboram ou não com a visão de que a tecnologia também gera um conhecimento próprio, mas o que é o conhecimento tecnológico afinal de contas? A definição clássica de conhecimento historicamente associada a Platão é a de que conhecimento é crença, verdadeira e justificada. Segundo Cupani (2017) as peculiaridades práticas e pragmáticas do conhecimento tecnológico levam alguns autores a contestar a definição tradicional de conhecimento há muito tempo estabelecida na literatura de epistemologia. Ainda segundo Cupani, Joseph Pitt seguindo uma tradição mais pragmática é um dos autores que adotam uma outra definição de conhecimento. Pitt afirma que as proposições de conhecimento tecnológico devem ser referendadas comunitariamente tendo como critério de avaliação o sucesso da ação. Podemos dizer que segundo essa abordagem de Pitt teríamos uma definição que estabelece conhecimento como informação coletivamente aceita e eficaz. Exemplificando, para atribuímos o termo ‘conhecimento’ a um determinado artefato tecnológico, algo como a bateria de

¹² A tradução dos trechos citados de obras em língua estrangeira é minha, exceto quando há tradução disponível em português listada nas referências.

um carro elétrico, esta bateria deveria ser reconhecida pela comunidade de cientistas, tecnólogos e usuários como eficaz, e comprovar a sua eficácia em testes e no seu uso cotidiano. Continuando a leitura de Cupani ele nos conta que Davis Baird muito influenciado por Pitt, propõe uma epistemologia material. Baird sustenta que os objetos que criamos são representações do nosso conhecimento do mundo, assim como a linguagem, que possui um aspecto instrumental de comunicar o mundo mas também representa nosso conhecimento do mundo. Ou seja, para este autor os artefatos tecnológicos são portadores de conhecimento tanto quanto as teorias. Formando assim o que Baird irá denominar conhecimento-coisa, segundo essa interpretação, o desempenho satisfatório da bateria para carros elétricos citada anteriormente é por si só objeto que representa o conhecimento humano sobre baterias elétricas no mundo.

Seguindo a reconstrução do debate feita por Cupani (2017), ele nos diz que autores como Carl Mitcham (1994) preservam a noção de conhecimento tecnológico como crença verdadeira e justificada. Para isso a estratégia de Mitcham é separar o conhecimento tecnológico em quatro modalidades diferentes, as habilidades sensório-motrices, as máximas técnicas, as regras tecnológicas e as teorias tecnológicas.

Para exemplificar, podemos dizer que as habilidades sensório-motrices pertencem ao campo do saber-que, elas se resumem na habilidade de operar determinada ferramenta de maneira adequada, como aquele que sabe usar um microscópio para identificar objetos muito pequenos. As máximas técnicas também pertencem ao campo do saber-que, são basicamente regras de bom senso para operar os artefatos tecnológicos de uma maneira que assegure o sucesso da ação, como aquele que limpa a lente e a lâmina do microscópio sempre antes de usá-lo para evitar equívocos. As regras tecnológicas também pertencem ao campo do saber prático, são basicamente procedimentos que garantem maior chance de sucesso no uso de artefatos tecnológicos, como aquele que segue as normas sanitárias de um laboratório a fim de evitar contaminações externas. Por fim temos as teorias tecnológicas, que pertencem ao campo do saber-como; estas são a formalização dos princípios que garantem o sucesso de artefatos tecnológicos, um exemplo clássico é a teoria

da termodinâmica. Podemos notar neste caso que o conhecimento tecnológico é constituído tanto por saber-que quanto por saber-como. Neste ponto, podemos começar a desenvolver a nossa hipótese para a interpretação do pensamento de Ian Hacking: o aspecto de intervenção proposto pelo autor pode ser compreendido, ao menos na grande maioria dos casos, como a produção de artefatos tecnológicos. Como já vimos no capítulo anterior, essas intervenções dependem das representações que muito provavelmente são geradas pelas teorias científicas. Então o que estamos tratando é justamente da relação ciência-tecnologia. Na sequência, pretendemos buscar outras referências que tratam dessa discussão para encontrarmos semelhanças com o debate proposto por Hacking.

Sendo esta a proposta buscaremos analisar discussões sobre as possíveis origens do conhecimento científico e tecnológico e o quanto essas formas específicas de analisar esta relação compartilham semelhanças com a proposta presente em *Representar e Intervir*. Para isso, na seção 2.1, abaixo analisaremos modelos hierárquicos e não hierárquicos da discussão sobre a relação entre ciência e tecnologia, usando como referência principal a filósofa Ana Cuevas em seu artigo “The Many Faces of Science and Technology Relationships”(2005). Na seção 2.2 do capítulo, o objetivo é entender a relação entre ciência pura e ciência aplicada e o seu papel na produção de conhecimento científico e tecnológico. Veremos nesta seção que historicamente muitas influências econômicas, sociais e políticas, desviaram a discussão sobre as semelhanças e as diferenças entre ciência pura e ciência aplicada de um caminho mais produtivo. Na seção 2.3, veremos ainda como se dá a relação entre ciência aplicada e tecnologia, discutiremos nesta seção principalmente a possibilidade da tecnologia ser uma forma autônoma de investigação e criação de conhecimento, ou seja, independente da ciência. Na seção 2.2.4, a última do capítulo investigaremos a respeito da tecnociência compreendida como um forma de interpretar a relação entre ciência e tecnologia como se estivessem emaranhadas. Com isso, estaremos em condições de discutir a obra de Hacking no contexto da filosofia da tecnologia.

2.1 Modelos hierárquicos e não hierárquicos

Para iniciarmos, temos que compreender que sempre que buscamos analisar a relação entre duas coisas, como dois conceitos podemos caracterizar essa relação de maneira hierárquica ou não hierárquica, a forma que iremos escolher para caracterizar a relação analisada dependerá do contexto e das conexões entre os elementos envolvidos. Isso se aplica também a interpretações da relação ciência-tecnologia. Ou seja, isso quer dizer que em uma relação hierárquica os elementos envolvidos possuem uma relação de superioridade ou subordinação, como se um elemento fosse mais importante ou fundamental que outro; nas discussões presentes neste capítulo nomearemos este modelo de linear. Em formas não hierárquicas trataremos de uma relação mais horizontal onde os elementos são considerados de igual importância ou impacto dentro do sistema¹³.

Usando o artigo de Cuevas (2005, p. 55-56) citado na introdução deste capítulo, nesta seção analisaremos formas hierárquicas e não hierárquicas de interpretar a relação entre ciência e tecnologia. São formas hierárquicas ou lineares de entender a relação entre ciência e tecnologia quando afirmamos que as teorias científicas são o princípio e os artefatos tecnológicos são apenas aplicações das leis presentes nas teorias científicas. Mas também é uma forma hierárquica de entender essa relação quando afirmamos que os avanços científicos só foram e são possíveis graças aos artefatos ou infraestrutura tecnológica disposta no decorrer do tempo. Ana Cuevas (2005, p.57) nos apresenta também exemplos de formas não hierárquicas para interpretar a relação entre ciência e tecnologia, este é o caso quando interpretamos a ciência e tecnologia como áreas de investigação que constituem etapas contínuas.

Por fim, a filósofa também propõe uma forma de interpretar as teorias científicas como um conjunto de modelos e a tecnologia como um sistema

¹³ Este problema da hierarquização das relações está presente há muito tempo nas discussões filosóficas. Para clarificar, podemos relembrar das discussões entre a relação entre mente e corpo como exemplo. Uma forma hierárquica de interpretar esta relação seria afirmar que a mente é essencial e que comanda todas as ações para o funcionamento do corpo. A nomeação linear para esta forma de relação se encaixa de maneira muito adequada, pois é como se a mente fosse o princípio necessário de tudo e o corpo fosse apenas um desdobramento ou meio contingente. Uma forma não hierárquica de entender essa relação é que mente e corpo atuariam de maneira complementar para o funcionamento da vida de um ser humano.

complexo de criação de artefatos. Como veremos, segundo ela essa pode ser a caracterização que exclui menos possibilidades da relação ciência-tecnologia. A primeira e mais tradicional forma de caracterizarmos a relação ciência-tecnologia é o modelo hierárquico ou linear. Como nos explica a filósofa Cuevas, isso se deve a uma série de fatores sociais e econômicos.

Nas palavras dela:

Este modelo linear ou hierárquico tem suas raízes em fatores econômicos e de prestígio. Cientistas, por medo dos resultados tecnológicos encobrirem a investigação científica, pretenderam estabelecer uma dependência entre descobertas científicas e inovação tecnológica. Por outro lado os engenheiros ficaram felizes em obter status: a reputação de cientista aplicado era melhor do que de técnico. (Cuevas, 2005, p. 55)¹⁴.

O modelo linear consiste basicamente em afirmar que existe uma linha de sucessão de eventos que se inicia nas leis gerais estabelecidas pelas teorias científicas e termina na produção de um artefato tecnológico. Um exemplo clássico que pode ser descrito dessa maneira é a aplicação da lei de Faraday para a criação de motores elétricos. Ela descreve como uma corrente elétrica pode ser gerada através da variação de um campo magnético. De forma simples, a lei afirma que a força eletromotriz induzida em um circuito é proporcional à taxa de variação do fluxo magnético que atravessa o circuito. Essa lei foi fundamental para o desenvolvimento de geradores elétricos e transformadores, que são artefatos essenciais na geração e distribuição de energia elétrica. A primeira máquina de indução eletromagnética, baseada nos princípios de Faraday, foi construída por ele mesmo, e mais tarde, esses conceitos foram amplamente utilizados na construção de motores elétricos e sistemas de geração de eletricidade. Portanto, a descoberta da Lei de Faraday resultou diretamente na criação de tecnologias como geradores elétricos, motores elétricos e transformadores, fundamentais para a infraestrutura elétrica moderna.

Embora o caso Faraday seja um exemplo que pode ser explicado a partir do modelo linear, não é possível que esperamos explicar toda a produção de artefatos tecnológicos desta mesma maneira. Existem muitas dificuldades

¹⁴ Poderemos nos aprofundar na discussão sobre os fatores sociais e econômicos na relação entre ciência e tecnologia, ciência pura e ciência aplicada na próxima seção, quando tratarmos do artigo de Heather Douglas (2014).

para que isso aconteça, entre as listadas por Cuevas estão a dificuldade em apontar uma linha de referências bibliográficas entre a publicação de teorias científicas e a produção de arte fatos tecnológicos (Cf. Cuevas, 2005, p.56). Para isso, teríamos que encontrar a exata conexão entre a teoria científica e a sua influência para a produção do artefato. Porém, sendo a produção tecnológica um sistema complexo e multidisciplinar, essa tarefa se assemelha a procurar uma agulha em um palheiro. Outro argumento trazido pela autora é que muitos artefatos tecnológicos não possuem explicação científica ou a teoria que os explica só foi desenvolvida posteriormente. (Cf. Cuevas, 2005, p. 56).

Porém, o principal argumento contra o modelo hierárquico ou linear é sobre como uma lei geral da ciência se transforma em uma aplicação tecnológica. É evidente que devido à grande complexidade exigida para uma aplicação tecnológica na maioria das vezes o uso de uma única lei geral científica não é suficiente para a produção de um artefato. Isso é diferente de afirmar que as leis gerais da ciência são desprezíveis para a produção tecnológica, entretanto é preciso considerar que na grande maioria dos casos elas representam uma ínfima parte dos conhecimentos necessários para a produção de um artefato. Assim fica difícil caracterizar a ciência como a origem de toda a tecnologia, como podemos ver isso na citação que segue:

[É], de fato, muito difícil explicar como uma lei científica idealizada pode ser usada em uma situação tecnológica específica [...]. As leis científicas são idealizadas porque têm que explicar os fenômenos de uma forma generalizada, e essas leis devem ser aplicáveis a muitas situações diferentes. No entanto, estas as leis, quando aplicadas a situações reais, dão origem a erros: "Quanto maior for a imprecisão da idealização, menos desejável será uma aplicação específica" [...]. Se a aplicação de uma lei científica a uma situação tecnológica é tão difícil, como poderíamos, em geral, usar a ciência para obter novas tecnologias? (Cuevas, 2005, p.56; Shrader-Frechette, 1989).

A autora ainda aponta um outro fato curioso a respeito do modelo linear. Apesar de tradicionalmente o caracterizarmos tal modelo como apresentado na ciência sendo o princípio das inovações tecnológicas, Cuevas propõe pensar o modelo linear no sentido contrário. Ou seja, quando consideramos os artefatos tecnológicos ou ainda a infraestrutura tecnológica como o princípio das descobertas científicas. Interpretando dessa forma a relação entre tecnologia e

ciência é a ciência a subordinada da tecnologia, pois é esta primeira considerada o princípio.

O modelo hierárquico também caminha em outra direção, da inovação tecnológica às descobertas científicas. Por exemplo, Derek de Solla Price [...] argumenta que existem algumas inovações tecnológicas (surgidas dentro da evolução tecnológica normal) que produzem novas possibilidades. (Cuevas, 2005, p.57).

O exemplo trazido pela autora, a partir de Price¹⁵, é o caso da introdução do uso do telescópio realizada por Galileu Galilei no início do século XVII por volta de 1609. Antes das observações de Galileu, a visão predominante do cosmos era o modelo geocêntrico, em que a Terra era considerada o centro do universo, com todos os corpos celestes girando ao seu redor. O trabalho de Galileu com o telescópio forneceu evidências claras que apoiavam o modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico, que sugeria que a Terra e outros planetas giravam em torno do Sol. Isso representou uma mudança radical na visão do cosmos, contribuindo para o avanço da cosmologia. Com a utilização do telescópio o desenvolvimento da cosmologia passou a adquirir novas informações e também informações mais seguras, visto que antes a única forma de observação dos astros era a olho nu, e foi essa nova forma de adquirir informações seguras que possibilitou o desenvolvimento de novos conhecimentos cosmológicos. Segundo a leitura de Cuevas, Joseph Pitt vai além, ao propor que não são apenas os instrumentos tecnológicos que possibilitam o avanço mas toda a infraestrutura laboratorial que permite o progresso da ciência moderna, como podemos ver na seguinte citação:

A ciência é um dos componentes de uma infraestrutura tecnológica, mas sem outras atividades a ciência seria impossível. A mudança científica é o resultado de mudanças na infraestrutura tecnológica onde a explicação científica é gerado. (Cuevas, 2005, p.57).

Sendo assim, na leitura de Cuevas, tanto Price quanto Pitt acreditam que a tecnologia seja, como instrumento ou como infraestrutura, é necessária para o desenvolvimento científico. Veremos quando tratarmos de tecnociência

¹⁵ O texto de D.S. Price citado por Cuevas é “The Science/Technology Relationship, the Craft of Experimental Science, and Policy for the Improvement of High Technology Innovation” (ResearchPolicy; 13(1): 3-20, 1984).

que o autor Ramon Queraltó também compartilha desta mesma opinião. Entretanto, o grande problema enfrentado por esta versão do modelo hierárquico é que, apesar de também retratar de maneira adequada alguns casos, a caracterização da tecnologia apenas em termos de artefatos é muito simplista. Nas próximas seções veremos que a tecnologia pode ser entendida não apenas como artefatos, mas como uma forma de investigação autônoma que produz o seu próprio conhecimento, concordando assim com as críticas que Cuevas faz a essa versão do modelo hierárquico.

Na interpretação da relação ciência-tecnologia de Price e Pitt, a tecnologia é sempre um artefato ou um conjunto de artefatos, nos quais a tecnologia dá origem a alguns tipos de conhecimento que possam influenciar o desenvolvimento científico. Isto quer dizer que esta versão do modelo hierárquico, assim como a outra, não é complexa o suficiente para explicar a totalidade de relações ciência-tecnologia (Cuevas, 2005, p.57).

Além dos modelos hierárquicos, Cuevas apresenta os modelos não hierárquicos da relação ciência-tecnologia, ou seja, a uma forma de interpretar a relação entre ciência e tecnologia não caracterizando nenhum dos dois elementos como sendo um subordinado a outro. A autora traz dois exemplos nessa categoria de modelo não hierárquicos, o modelo que considera a ciência e a tecnologia como dois sistemas diferentes e separados, e o modelo que considera a tecnologia e a ciência como sistema contínuo.

Segundo Cuevas, é Edwin Layton quem propõe a ideia de que ciência e tecnologia são sistemas separados e diferentes. Primeiramente é preciso entender que se são sistemas separados e diferentes não é possível estabelecermos uma hierarquia entre os elementos. Entretanto, é inegável que existem relações entre ciência e tecnologia, nenhuma posição filosófica pode negar as coisas que acontecem no mundo. Segundo a leitura de Cuevas, a concepção de Layton considera que ciência e tecnologia são independentes uma da outra, pois possuem seus próprios objetivos, linguagem e valores. A tecnologia possui um viés pragmático, enquanto a ciência foca na teorização; apesar disso, há uma relação benéfica entre elas.

Ciência e tecnologia são comunidades muito semelhantes, mas com diferenças. Cada uma delas tem seus próprios objetivos, linguagens, valores e controles. Os engenheiros colocam o “fazer” antes do “saber”, uma condição muito importante para os valores, linguagens e estruturas de conhecimento. Entre essas duas comunidades há uma variedade de relacionamentos: são como dois organismos diferentes que “vivem juntos em uma relação mutuamente benéfica.” Portanto, embora a tecnologia e a ciência sejam independentes, ainda estão relacionadas. (Cuevas, 2005, p.58).

Porém, parece que Layton não deixa muito claro afinal de contas quais são as distinções entre ciência e tecnologia e como mesmo possuindo estas distinções elas ainda assim possuem uma relação benéfica. Os dois exemplos trazidos anteriormente nesta seção, o caso das leis de Faraday e a invenção do telescópio de Galilei parecem ser contraexemplos perfeitos para essa ideia, pois em ambos os casos ciência e tecnologia formaram um único sistema em conjunto. Novamente parece ser possível imaginar casos onde a ciência e a tecnologia atuem exclusivamente sozinhas, porém generalizar isso para todos os casos não é uma posição razoável ou possível de sustentar. Outro caso de modelo não hierárquico da relação entre ciência e tecnologia trazido por Cuevas é a proposta do modelo contínuo. Neste caso tecnologia e ciência são consideradas indistinguíveis, ou seja, também podem ser chamados de complexo ciência-tecnologia. Essa ideia foi inicialmente proposta por filósofos construtivistas, os nomes citados pela autora são: Collins, Woolgar, Bijker, Hughes, Pinch, MacKenzie e Wajcman. De maneira geral, esses autores defendem uma abordagem que considera o complexo ciência-tecnologia como sendo moldado por fatores sociais. As diferenças mais minuciosas de cada abordagem são trazidas pela autora na seguinte passagem do texto:

Existem algumas diferenças entre todas as perspectivas compreendidas sob o nome de construtivismo. A abordagem da Construção Social da Tecnologia (SCOT), bem como o trabalho de Collins e Woolgar mantêm o “princípio da simetria”, evitando qualquer explicação de características reais da tecnologia [menção a Bijker, Hughes e Pinch. A tecnologia é uma construção social e só pode ser explicada por referência aos elementos sociais (atores e grupos) que produziram a sua estabilização. A abordagem de “modelagem social” [menção a MacKenzie e Wajcman, 1985] distingue entre diferentes categorias: natural, social e técnico. Os autores que pertencem a este grupo estão interessados em saber como fatores moldam a tecnologia. No entanto, esses sociólogos reconhecem o papel dos

fatores não sociais na mudança tecnológica e são menos relutantes em aceitar que a tecnologia tem propriedades e efeitos, mesmo que as propriedades e efeitos sejam relativos a um contexto social específico. Finalmente, há outro grupo de pesquisadores interessados em problemas de ciência e tecnologia: os da teoria ator-rede, que afirmam que os objetos tecnológicos e científicos são consequências do trabalho de redes de atores (não apenas atores humanos, mas também fenômenos naturais e técnicos) (Cuevas, 2005, p.58-59).

Como já dito na citação acima na leitura de Cuevas, Pinch é um dos autores que defende que o complexo ciência-tecnologia é um só. Para ele, de acordo com Cuevas, a interpretação presente na literatura de filosofia da ciência e tecnologia de que é possível distinguir as duas áreas é uma leitura idealizada. Assim, afirmar que cientistas atuam exclusivamente seguindo regras metodológicas é uma visão romantizada da prática científica, é preciso considerar que no trabalho científico também há influências sociais, históricas e econômicas, exatamente como na tecnologia. O autor citado por Cuevas afirma que a origem desta romantização vem da ideia de que a ciência só produz conhecimento teórico, mas como já vimos a ciência também está envolvida na produção de artefatos e de práticas.

O foco demasiado no aspecto social é a principal dificuldade desta perspectiva, pois faz com que ela ignore os objetivos epistêmicos e os objetivos práticos da ciência e da tecnologia. Apesar de muitas vezes a ciência também possuir objetivos práticos e a tecnologia assumir objetivos teóricos, não é possível negar a natureza teórica da ciência e a natureza prática da tecnologia. Como desdobramento disso, podemos afirmar que para cada forma de investigação atingir seu principal objetivo de pesquisa, muitos outros subobjetivos também devem ser alcançados, e esses subobjetivos são sempre guiados na ciência para um lado mais teórico e na tecnologia para um lado mais prático. Sendo assim, para Cuevas, apesar de o conhecimento científico e tecnológico possuírem muitas semelhanças os elementos que constituem esses conhecimentos são diferentes. O objetivo teórico da ciência necessita de arte-fatos tecnológicos para ser realizado, e o objetivo prático da tecnologia necessita de conhecimento teórico. Mas apenas isso não faz com que esses conhecimentos façam parte do mesmo sistema, apenas que eles são conhecimentos que se relacionam.

A principal crítica de Cuevas tanto aos modelos hierárquicos quanto aos modelos não hierárquicos da relação ciência-tecnologia é que apesar desses modelos de explicação se adequarem a alguns casos eles acabam inevitavelmente excluindo uma quantidade significativa de outros casos igualmente relevantes. Baseada na filosofia de Ronald Giere, a proposta para a conclusão da autora é entender tanto a ciência quanto a tecnologia de maneiras mais complexas do que as apresentadas anteriormente. Para isso, ela descreve a ciência como um sistema de ações e agentes cujo objetivo geral é a produção de modelos representacionais da realidade. Em conjunto com essa abordagem, ela descreve a tecnologia como um sistema de agentes e ações cujo objetivo final é a construção de um artefato ou processo tecnológico. Essas duas concepções de ciência e tecnologia já se diferem radicalmente das que foram apresentadas anteriormente. Primeiro, pelo fato de que o principal produto da ciência não são as teorias científicas mas sim a produção de modelos representacionais, as teorias científicas são um conjunto de modelos. E também, em segundo lugar, por entender que a tecnologia não é apenas a produção de artefatos, mas também a de processos tecnológicos, o que inevitavelmente incorpora não apenas conhecimentos pragmáticos, mas também teóricos através também da construção de modelos.

A abordagem de Giere, também conhecida como abordagem semântica das teorias científicas, consiste em afirmar que as teorias científicas são conjuntos de modelos representacionais, esses que, por sua vez, podem ser materiais ou abstratos (cf., por exemplo, Giere, 1999). Esses modelos não precisam necessariamente corresponder à realidade tal como ela é, apenas representar a realidade de uma determinada maneira. A interpretação de Cuevas nos diz que Giere considera uma relação de similaridade entre os modelos e o mundo. Nesse sentido podemos considerar diversos modelos diferentes sobre o mesmo fenômeno, dependendo do contexto de uso dos modelos apenas, ou seja, com que parcela do mundo estamos buscando similaridade. Desenvolvemos uma compreensão de como funcionam os modelos científicos no artigo “Os Modelos de Atila: um estudo sobre filosofia e divulgação científica” de (da Cunha, Fernandes e Bertotti, 2023).

[...] levaremos em consideração três aspectos: (a) que modelos

devem ser compreendidos como abstrações em um contexto de investigação; (b) que modelos promovem a mediação entre diferentes porções de nosso conhecimento, seja em diferentes níveis de abstração, seja em diferentes áreas; e (c) que modelos dependem de condições especiais para seu funcionamento. (da Cunha, Fernandes, Bertotti, 2023, p. 111).

Para entendermos resumidamente cada um dos pontos: Em (a) queremos dizer que modelos são abstrações pois não acontecem no mundo, as teorias descrevem o comportamento de seus objetos por meio de simplificações e idealizações. Construindo um modelo representacional de determinada situação podemos manuseá-la de maneira em termos simplificados e idealizados facilitando o seu manuseio, as simulações e os cálculos, as relações com outros fenômenos, etc. (b) A proposta de modelos científicos como mediadores está presente no livro *Models as Mediators* (1999) organizado por Mary Morgan e Margaret Morrison. A ideia é que é através da construção de modelos que estabelecemos as relações entre partes mais abstratas e menos abstratas do conhecimento, é também através da construção de modelos que estabelecemos relações entre disciplinas diferentes, como a química e a física por exemplo. Por fim, em (c), as condições *ceteris paribus*¹⁶ nada mais são que as condições especiais necessárias para os modelos fazerem sentido, a tradução da expressão latina *ceteris paribus* quer dizer “o restante permanecendo igual”. Sendo assim, essas são condições que os modelos estabelecem para que, mesmo em condições simplificadas e idealizadas eles ainda assim possam de alguma forma representar a realidade.

Cuevas deixa claro que tanto a ciência quanto a tecnologia compartilham a produção de modelos como uma atividade essencial para atingirem os seus objetivos. As teorias científicas são um conjunto de modelos representativos que constitui um processo que necessita de conhecimentos oriundos de diversas de atividades diferentes. Já a tecnologia é um sistema complexo de criação de artefatos, os tecnólogos muitas vezes necessitam de modelos teóricos que são criados por eles próprios para atingir seus objetivos. Vejamos como Cuevas resume seu posicionamento:

¹⁶ Esse aspecto foi trabalhado principalmente por Nancy Cartwright (1999), que defendeu uma concepção *ceteris paribus* das leis científicas.

Este artigo defende a ideia de que a ciência é um sistema complexo para produzir modelos representacionais (no sentido geral de modelos), e que a tecnologia é um sistema complexo para produzir artefatos. No entanto, a produção de modelos representacionais científicos é um processo que requer diferentes atividades. Por outro lado, os tecnólogos precisam de alguns modelos teóricos que às vezes podem ser desenvolvidos por eles mesmos, para atingir seu objetivo. Consequentemente, os elementos que vão fazer parte das relações entre ciência e tecnologia são, fundamentalmente, modelos. Esses modelos podem ser modelos físicos ou teóricos. Se mantivermos estas definições sobre ciência e tecnologia, então os modelos físicos são o resultado de um processo tecnológico, e os modelos teóricos são o resultado de um processo científico. (Cuevas, 2005, p. 63).

A abordagem de Cuevas é muito importante para o nosso objetivo de interpretar as ideias *de Representar e Intervir*, visto que ela introduz o conceito de modelo científico, que não está presente em Hacking, para designar tarefas diferentes à atividade científica e tecnologia. Sendo a ciência responsável por criar representações e a tecnológica a responsável por criar as intervenções, entretanto apesar de essas duas atividades compartilharem a atividade de modelar como ferramenta principal para a investigação, não há uma relação direta e necessária entre elas, como há em Hacking. Veremos nas seções seguintes que a proposta estabelecida por Cuevas compartilha algumas semelhanças com o que chamamos de tecnociência. Pretendemos explorar as relações entre esses dois assuntos para buscarmos uma melhor interpretação de Hacking.

2.2 Ciência pura e ciência aplicada

Antes de tratarmos propriamente da relação ciência-tecnologia, há uma discussão que a antecede, a discussão sobre ciência pura e ciência aplicada. Afinal de contas, qual é o papel da ciência aplicada na produção de artefatos tecnológicos? Qual é a origem do conhecimento científico? Os sonhos abstratos dos cientistas teóricos ou a prática dos experimentadores? Estas questões revelam em seu âmago o problema filosófico da distinção entre pensar e fazer. Afinal de contas, a origem de todo conhecimento está no pensar e idealizar situações abstratas (teorização) ou em fazer e trabalhar nos

problemas da realidade (experimentação). Quando pretendemos realizar a conceitualização de ciência pura e ciência aplicada, a pergunta filosófica de fundo é esta; entretanto é preciso considerar as nuances e peculiaridades exclusivas do processo de aquisição do conhecimento científico. O objetivo desta seção é primeiramente realizar esta conceitualização e avaliar quanto ela pode nos ajudar a interpretar os conceitos presentes em *Representar e Intervir*.

Para Hacking a distinção entre ciência teórica e ciência experimental é retratada pela divergência de ideias entre os químicos Humphry Davy (1778 – 1829) e Justus von Liebig (1803 – 1873) (cf. Hacking, 2012, p. 238-241). Para Davy, em um manual de 1812, o que fundamenta a sua pesquisa é um processo de observação, experimento e analogia. A observação é a responsável por identificar e encontrar possíveis efeitos para serem estudados, através da experimentação entendemos como o efeito funciona, quais elementos ele relaciona e o que ele produz; através da analogia questionamos se esse efeito também acontece da mesma maneira em outras circunstâncias e se produz os mesmos resultados.

Sendo assim, para Davy, não é necessário que o experimento seja guiado por uma teoria científica ou até mesmo que haja a necessidade de existir uma teoria científica de fundo para um experimento. Já a posição de Liebig, apresentada em um manual de 1863, é exatamente o contrário: o experimento precisa necessariamente ser precedido por uma teoria; mais do que isso, ele é apenas um suporte para a teoria, que poderia até mesmo existir sem experimentos. Para Hacking, podemos caracterizar a afirmação de Liebig de uma maneira forte e fraca. Na versão fraca, podemos dizer que é preciso que haja uma ideia que dê sentido ao experimento, não necessariamente uma teoria científica constituída, nas palavras do autor, brincadeiras sem sentido com a natureza não parecem muito produtivas. A versão forte nos diz que o experimento só adquire significado se está testando uma teoria. Hacking afirma categoricamente que esta segunda posição é falsa, pois, para ele, existem muitos outros motivos que podem levar à produção de um experimento.

No momento, estou preocupado apenas com a questão da versão forte: precisa mesmo haver uma conjectura sendo testada de modo que um experimento faça sentido? Acho que não. Mas, na verdade,

também não estou tão certo de que a versão fraca seja indubitável (Hacking, 2012, p. 241).

A esta altura do campeonato, já estava bastante óbvio que o autor de *Representar e Intervir* não acreditava na subdeterminação de experimentos às teorias, visto que os conceitos desenvolvidos em seu livro sugerem um emaranhado entre representações e intervenções. Entretanto, essa não é uma visão unânime na literatura de filosofia da ciência, como podemos ver no artigo “Pure science and the problem of progress”, de Heather Douglas (2014). A autora busca compreender como funciona o progresso científico e, para tanto, realiza uma análise histórica da discussão entre ciência pura e ciência aplicada. A sua análise nos mostra que durante muito tempo essa discussão esteve enviesada por interesses pessoais e teve os seus argumentos baseados em princípios subjetivos.

Como Douglas (2014, p. 57) nos explica, Robert Bud (2012) indica que a primeira aparição da expressão ‘ciência aplicada’ surge em 1817 ainda distante do contexto de discussão de filosofia da ciência, se referindo a conceitos da filosofia Kantiana. Neste caso, a ciência pura seria o domínio dos conceitos a priori, ou seja, aqueles conceitos que podem ter a sua verdade comprovada sem o recurso da experiência; e ciência aplicada se referiria a conceitos a posteriori, ou seja, aqueles que necessitam da experiência para ter a sua verdade comprovada. Entretanto, não parece que possamos tirar qualquer proveito dessa discussão, visto que se qualquer área do conhecimento que for empiricamente baseada for chamada de ciência aplicada então tudo será chamado de ciência aplicada, pois exceto alguns casos especiais, grande parte das áreas de investigação científica possuem embasamento empírico.

A discussão se torna um pouco mais espinhosa, pois a distinção entre ciência pura e ciência aplicada se apresenta como uma discussão sobre um problema conceitual, que todavia possui consequências práticas. Como já falamos acima, dependendo de como se interpreta essa discussão, isso pode significar o direcionamento de políticas públicas de investimentos em ciência. Essas consequências práticas significativas sempre adicionaram tensão à discussão devido aos interesses óbvios de determinados grupos sociais em investimentos do Estado. E de certa forma, no decorrer da história, esses

interesses não filosóficos afetaram e desviaram a discussão do rigor conceitual necessário para a realização de uma discussão filosófica profícua.

Douglas (2014) mostra que esta tensão por disputas de recursos governa mentais e também de reconhecimento social ficam explícitas no artigo “A Plea for Pure Science”, publicado em 1883 por Henry A. Rowland, no qual o físico expõe a visão de que todo conhecimento e tecnologias que foram possibilitados pela ciência aplicada para a população comum, apesar de serem contribuições notáveis para o progresso a humanidade, só foram possíveis graças às teorias já desenvolvidas e consolidadas pela ciência pura. Da mesma forma que Douglas, Hacking já indicava que diferentes épocas do desenvolvimento científico podem desenvolver concepções diferentes sobre a relação entre teoria e experimento, isto fica claro na sua leitura histórica da disputa entre Davy e Liebig.

“Não podemos simplesmente ignorar que Davy e Liebig viveram em épocas diferentes. Talvez o relacionamento entre teoria química e experimento químico tenha mudado nos cinquenta anos que separam esses dois cientistas. De fato, quando Davy escreveu, a teoria atômica de Dalton e outros tinha acabado de ser formulada, e a utilização dos modelos hipotéticos de estruturas químicas estava apenas começando. Na época de Liebig, ninguém mais fazia química decompondo compostos eletricamente, ou identificando gases por meio de seu comportamento numa combustão. Apenas as mentes inspiradas por um modelo teórico podiam começar a solucionar os mistérios da química orgânica”. (Hacking, 2012, p. 241).

Pelo que indica Hacking, o alinhamento de ideias entre Leibig (1863) e Rowland (1883) a respeito da relação entre teoria e experimento se dá justamente pela publicação de teorias impactantes que causaram mudanças significativas na própria prática científica. Na passagem citada a seguir, Rowland deixa claro o seu descontentamento com a falta de reconhecimento aos cientistas teóricos que supostamente são aqueles que possibilitaram a aplicação da ciência na vida cotidiana das pessoas.

E, no entanto, não é incomum, especialmente nos jornais dos Estados Unidos da América, ter as aplicações da ciência confundidas com a ciência pura; e algum americano obscuro que rouba as ideias de alguma grande mente do passado e se enriquece com a aplicação dos mesmos usos domésticos, é frequentemente elogiado acima do grande criador da ideia, que poderia ter elaborado centenas de tais aplicações, se sua mente possuísse o elemento necessário de

vulgaridade. (H. A. Rowland, 1883, p. 242, citado em Douglas, 2014, p.57).

Douglas nos explica que Rowland segue o seu artigo fazendo uma análise estatística de uma tendência da época das universidades dos Estados Unidos da América em priorizarem a contratação de cientistas experimentais e auxiliares de laboratório e não professores e cientistas teóricos. Para ele, devido à grande promessa de retorno financeiro, havia-se criado uma tendência não só social mas também na grade curricular das universidades para formar especialistas em ciência aplicada e não em ciência pura. Na visão de Rowland, isso era uma injustiça e também um erro, pois é a ciência pura a responsável por nos revelar a verdade do mundo e somente focando os recursos nela podemos continuar progredindo como espécie, as aplicações dessas teorias surgiriam como consequência natural. “Que nós (os cientistas teóricos) constituímos o mais importante elemento do progresso humano”. (H.A. Rowland, 1883, p. 248, citado em Douglas, 2014, p. 58). Analiticamente, o principal argumento de Rowland é que a ciência pura deve ser valorizada, pois é com base nela que se possibilitam as tecnologias e conhecimentos gerados pela ciência aplicada. Entretanto, há um aspecto moral por de trás de toda a sua retórica, que cobra a valorização dos nobres cientistas teóricos que descobrem a verdade sobre o mundo e estão sendo subvalorizados pelos vulgares e obscenos vendedores de conhecimento de ciência aplicada.

Segundo a interpretação histórica de Heather Douglas, as guerras mundiais que aconteceram durante o século XX influenciaram a discussão. Ela observa que Bertrand Russell¹⁷ era um filósofo que pertencia à tradição dos autores que foram influenciados por Rowland. Para essa tradição, a distinção entre ciência aplicada e ciência pura era necessária pois apontava para a ciência aplicada como a grande causadora dos males da guerra. O grande aumento no poder de destruição das armas, que incluiu aviões a jato, armas químicas e bombas atômicas, eram frutos das aplicações da ciência e não da busca pela verdade, Douglas aponta.

¹⁷ As obras de Russell citadas por Douglas (2014) são *Our knowledge of the external world* (1914) e *The prospects of industrial civilization* (1923).

Depois dos horrores da primeira guerra mundial, para os quais a ciência claramente contribuiu, alegar que o avanço da ciência era necessariamente o que levaria à melhora geral da sociedade parecia ingênuo. Era na ciência pura que os homens como Russell podiam se consolar pois ela se voltava apenas para o entendimento puro e não para esses fins deletérios. (Douglas, 2014, p. 59).

Novamente, a sombra do argumento subjetivo de que a ciência pura é moralmente superior paira sobre a discussão. Neste caso, para a tradição de Russell e Rowland, a ciência aplicada deveria ser condenada como a produtora dos males da guerra e extirpada do corpo sagrado da ciência, assim os cientistas teóricos continuariam isentos moralmente para prosseguir com a sua busca pela verdade para o bem da humanidade. Douglas observa que o filósofo John Dewey¹⁸ discordou veementemente desta distinção, afirmando que toda a discussão a respeito da distinção entre ciência pura e ciência aplicada tornava o debate sobre os impactos sociais da ciência ainda mais distante da população geral. Visto que esse tipo de artificialização do debate só tende a nos afastar dos problemas reais que dizem respeito à responsabilidade da produção de conhecimento científico utilizada nos horrores cometidos na guerra. Douglas produz uma boa síntese da crítica Deweyana quando afirma que:

Os cientistas não deveriam, não poderiam, esconder-se atrás de alegações de que estavam apenas fazendo ciência pura, e portanto, o impacto da ciência na sociedade não faria parte do seu fardo. Na verdade, foi esse tipo de pensamento que levou a que houvesse impactos prejudiciais da ciência como os que ocorreram na primeira guerra mundial. (Douglas, 2014, p. 59).

Além disso, ainda seguindo Douglas, no desenrolar do século XX o marxismo se tornou uma tendência filosófica bastante influente nas mais diversas áreas, isso inclui que os marxistas também tinham a sua própria leitura sobre o papel social da ciência. Na interpretação marxista insistir na distinção entre ciência pura e ciência aplicada é um erro de leitura dos cientistas e filósofos da ciência que os desvia do foco para reconhecer o seu próprio papel social. O argumento desta corrente filosófica é que a ciência tem como propósito servir para atingir os objetivos da sociedade da qual ela faz parte, logo, o principal causador dos males da guerra não é a ciência aplicada

¹⁸ As obras de Dewey mencionadas por Douglas são *The public and its problems* (1927) e *Experience and nature* (1929).

ou a ciência pura, mas sim a estrutura política vigente na sociedade capitalista.

Neste panorama temos duas correntes filosóficas opostas disputando a distinção ou não-distinção entre ciência pura e ciência aplicada. O primeiro grupo é o de Russell e Rowland, afirmando que é preciso distinguir ciência pura de ciência aplicada para que possamos evidenciar o quão nobre é a busca desinteressada pela verdade e condenar as aplicações científicas interessadas por questões econômicas e sociais. Já o segundo é composto por Dewey e os marxistas, alegando que a distinção entre ciência pura e aplicada é artificial, e que, sendo a ciência um produto social, os seus impactos na sociedade não podem ser atribuídos a um determinado grupo ou outro.

Uma característica central do desacordo entre as duas correntes filosóficas era a existência de uma distinção genuína entre ciência pura e aplicada. Enquanto para [autores que seguiram a linha de Dewey e dos marxistas], a distinção teve pouca aceitação na prática científica e parecia mais uma forma egocêntrica para os cientistas para se esquivarem da responsabilidade pelo impacto de seu trabalho, pelo [grupo que seguiu a tendência de Rowland e Russell], a distinção foi crucial para esculpir um espaço onde o cientista poderia trabalhar livre das demandas da sociedade para se desenvolver compreensão científica que poderia então ser aplicada para a benefício da sociedade. A ciência pura era o que não podia e não devia ser planejado (Douglas, 2014, p. 60).

Com o conteúdo desta leitura histórica disponibilizada por Douglas, podemos realizar uma conceitualização analítica das noções de ciência pura e aplicada para tentar interpretar Hacking. Para a corrente filosófica de Russell e Rowland, que estabelecem o que Douglas chama de modelo linear¹⁹, ciência pura é a teorização desinteressada da verdade sobre a natureza, é a base do entendimento humano sobre o mundo, é a partir das teorias abstratas da ciência pura que podemos pensar em aplicações científicas para a vida cotidiana. No modelo linear, ciência aplicada passa a ser um mero desdobramento das teorias abstratas da ciência pura, a partir do conhecimento disponibilizado pelas teorias científicas se pensa em aplicações para a vida

¹⁹ Como vimos na seção anterior, segundo a filósofa Ana Cuevas, de maneira geral o modelo linear consiste em uma linha hierárquica onde o princípio gerador é aquilo que é mais essencial para a construção do conhecimento. Um exemplo de modelo linear é quando caracterizamos a ciência pura como sendo a geradora de todo o conhecimento científico e a ciência aplicada apenas como um desdobramento deste conhecimento. Na seção anterior vimos que este modelo pode se dar em dois sentidos, tanto a ciência sendo o princípio do conhecimento tecnológico quanto a tecnologia sendo o princípio do conhecimento científico.

cotidiana. Já para Dewey e os marxistas a distinção entre ciência pura e ciência aplicada não é necessária.

Entretanto é preciso compreender que cada uma delas constitui um campo autônomo de produção de conhecimento, e que esse conhecimento é um produto social carregado de valores. Essa discussão trazida por Douglas nos ajuda a visualizar o quanto discussões filosóficas são influenciadas por questões históricas, sociais e econômicas e não podemos ignorar como essas influências moldaram em grande parte da tradição que discute a relação entre ciência pura e ciência aplicada.

A leitura que Ana Cuevas (2005) faz da obra “Technology as Applied Science”, de Mario Bunge²⁰, nos diz que o proeminente filósofo define o conhecimento científico como sendo aquilo que acrescenta ao nosso conhecimento da realidade e melhora nosso bem-estar e poder. Segundo Cuevas, para Bunge, se o conhecimento for usado internamente, ou seja, para a pura cognição da realidade temos a ciência pura. Se o conhecimento científico for usado externamente, ou seja, para a criação de artefatos tecnológicos, então temos a ciência aplicada. Continuando a interpretação de Bunge feita por Cuevas, a ciência aplicada produz tecnologia quando usamos uma teoria científica para entendermos a dinâmica da realidade ou quando usamos uma teoria científica para realizarmos operações. Segue a citação da leitura de Cuevas:

A versão mais sofisticada desta tese em filosofia foi produzida por Mario Bunge [em *Technology as Applied Science*, 1966]. Bunge definiu tecnologia como ciência aplicada: “O método e as teorias da ciência podem ser aplicados para aumentar o nosso conhecimento da realidade externa e interna, ou para melhorar nosso bem-estar e poder. Se o objetivo for puramente cognitivo, obtém-se a ciência pura; se primeiramente prática, ciência aplicada”. “Existem duas maneiras de aplicar a ciência a produzir tecnologia: (i) em teorias substantivas, que são aplicações de teorias científicas para situações quase reais – por exemplo, a teoria do voo como uma aplicação da dinâmica dos fluidos, outra possibilidade é (ii) nas teorias tecnológicas operativas, que aplicam o método científico.” (Bunge, 1966, apud Cuevas, 2005, p. 55).

A definição de Bunge além de parecer adequada mostra que é possível se desvencilhar das influências não filosóficas que ficaram evidentes a partir da

²⁰ A obra de Bunge é “Technology as Applied Science”, artigo publicado em *Technology and Culture* 7(3):329, 1966.

leitura de Douglas (2014) e definir ciência pura e ciência aplicada de uma maneira não hierárquica, ou seja, neste caso não tornando o conhecimento da ciência aplicada como sendo um conhecimento inferior. Na citação acima vimos Cuevas afirmando que Bunge define tecnologia como ciência aplicada, Gilmar Szczepanik confirma esta interpretação para os primeiros escritos de Bunge, como podemos ver:

Nessa abordagem, a tecnologia é compreendida essencialmente como o resultado de um processo científico, uma espécie de materialização da própria ciência. Assim, o desenvolvimento tecnológico e a criação de novos artefatos e dispositivos é precedida por um intenso período de análises, pesquisas e testes científicos. Visto dessa forma, há uma relação de dependência entre ciência e tecnologia. Neste caso, para haver avanços e progressos tecnológicos é preciso investir prioritariamente em ciência. Entendido dessa forma, o desenvolvimento científico apresenta-se como condição de possibilidade para o avanço tecnológico. Assim, quando a ciência precede à tecnologia, somos levados a caracterizar a tecnologia como ciência aplicada. (Szczepanik, 2014, p.45).

Entretanto, Szczepanik nos conta que posteriormente no desenvolvimento de suas concepções sobre tecnologia Bunge mudou de opinião, afirmando que tecnologia não é meramente ciência aplicada. Isso foi porque a tecnologia tem seus próprios procedimentos de investigação que são adaptados para os próprios propósitos que são voltados justamente à prática e as circunstâncias do mundo real. E justamente pela necessidade de lidar com as circunstâncias do mundo real a tecnologia descobre regras empíricas que antecedem os princípios científicos por ela absorvidos. Segundo Szczepanik, baseado nesses argumentos Bunge afirma que a tecnologia é mais do que a mera aplicação da ciência; a tecnologia é um conhecimento novo! Na próxima seção desenvolveremos mais essa tentativa de caracterizar a tecnologia como uma forma de investigação autônoma que independe do conhecimento científico.

Na tarefa de interpretar Hacking, vimos que nenhum dos grupos filosóficos levantados por Douglas (2014) realmente nos ajuda, seja Russel e Rowland ou Dewey e os Marxistas. Isso é porque, para Hacking, não é a ciência pura a única responsável por criar representações e também não é a ciência aplicada a única a criar intervenções. Como já dissemos no capítulo

anterior, boas representações nos permitem intervir e intervenções eficazes certificam boas representações. Delegar à ciência pura a tarefa de representar e à ciência aplicada a de intervir simplesmente não faz sentido na filosofia de Hacking. Sendo assim, certamente a principal contribuição é o entendimento de que não há nenhuma compatibilidade entre o modelo linear e os conceitos de representar e intervir, já que, como vimos para o autor não é possível uma busca desinteressada pela verdade e também não é possível relegar as intervenções à qualidade de ser uma mera aplicação das teorias. Parece que Hacking tenderia a concordar mais com a visão de Dewey e dos marxistas, que uma certa distinção conceitual analítica entre representar e intervir também parece ser algo artificial, assim como afirma este primeiro grupo a respeito da distinção entre ciência pura e aplicada²¹.

Entretanto, se resolvidas algumas questões de vocabulário parecem haver algumas semelhanças entre Hacking e Bunge. Podemos dizer que Hacking concordaria com a proposta de Bunge em afirmar que o conhecimento científico possui uma aplicação de uso interno, ou seja, para o entendimento da realidade, a criação de representações. Como já vimos Hacking apenas acrescentaria que apesar de ser de uso interno essa representação deve ser pública e o entendimento da realidade seria no final das contas a criação da realidade. A proposta de Bunge sobre aplicações externas do conhecimento científico complementa a ideia de Hacking de intervenções, uma nova forma de interpretar o mundo a partir de uma teoria científica talvez também possa ser uma forma de intervenção científica. O ponto é que para Hacking esses dois usos do conhecimento científico, tanto interno quanto externo não são indissociáveis mas precisam ser analisados em conjunto na prática. A próxima seção dará um passo adiante nessa compreensão.

²¹ Uma discussão sobre as semelhanças e diferenças entre Hacking e as abordagens de Dewey e aqueles que Douglas chama de Marxistas é tema para outro trabalho. Convém ressaltar, apenas, que Hacking menciona a obra de Dewey em diversos trechos de *Representar e Intervir*, especialmente para criticar a chamada “teoria do conhecimento do espectador”, aquela ideia de que obtemos conhecimento de maneira passiva (cf., por exemplo, Hacking, 2012, p. 284). Hacking se apoia em Dewey para defender que a obtenção de conhecimento é um processo ativo.

2.3 Ciência aplicada e tecnologia

Notamos que a possível distinção entre ciência pura e ciência aplicada não é a melhor alternativa para interpretar Hacking, pois concluímos que ciência pura não pode ser a geradora de representações e ciência aplicada não pode ser a geradora de *intervenções*, pelo menos não no sentido que Hacking está propondo. Isto é, assumir uma distinção rígida entre a origem das *representações* e a origem das *intervenções* não nos ajuda a esclarecer a obra de Hacking, visto que tendemos a recair no mesmo problema da seção passada, incorrendo em dicotomias que Hacking não endossa, como aquela entre pensar e fazer. No primeiro capítulo, vimos representação e intervenção como conceitos que devem ser entendidos de maneira emaranhada. Sendo assim, entender a origem do conhecimento tecnológico pode nos aproximar de uma interpretação mais adequada de Hacking.

Cabe dizer que mais recentemente a discussão entre ciência pura e ciência aplicada foi ressignificada para os termos de ciência e tecnologia, até mesmo o problema que motiva toda a discussão possui muitas semelhanças com o problema que será discutido agora. Na seção passada, problematizamos o fato de que ciência pura não é única origem de todo o conhecimento científico e que a ciência aplicada também possui méritos epistêmicos próprios na geração do conhecimento. Aqui, trataremos do processo de criação de objetos tecnológicos como não sendo apenas uma dedução a partir das teorias científicas. Apesar disso, Peter Kroes afirma que os objetivos do conhecimento científico e tecnológico são diferentes: “A ciência é principalmente orientada para a compreensão e explicação da natureza, enquanto a tecnologia é orientada para o controle e dominação da natureza” (Kroes, 1989, p.378).

Argumentaremos que esses objetivos distintos necessitarão de conhecimentos e competências diferentes, logo descrever o processo de criação de artefatos tecnológicos como uma dedução das teorias científicas não parece ser a interpretação correta. Mas para estabelecermos a discussão de que a tecnologia é um campo autônomo de conhecimento, antes é preciso contra-argumentar a respeito do contrário desta noção. Por muitos anos se criou uma tradição que considera a tecnologia apenas ciência aplicada. Se

assim fosse, porém, o processo de criação tecnológica seria o seguinte: primeiro criamos as teorias científicas e depois pensamos nos artefatos tecnológicos, que seriam apenas aplicações dessas teorias. Na literatura de filosofia da tecnologia esse modelo é chamado de modelo linear, como podemos verem Cupani (2017), e corresponde ao referido na seção anterior. Deste ponto de vista, não parece haver nada de especial e que mereça nossa atenção no processo de criação tecnológica.

Nossa discussão mostra, entretanto, que esta é uma visão equivocada, mas que está tão enraizada na literatura de filosofia da ciência que precisamos desmistificá-la. A frase de Joseph Agassi citada por Peter Kroes (1989) resume muito bem o que queremos dizer aqui “Essa imagem da tecnologia como ciência aplicada, por mais difundida que seja, é no entanto um mito” (Agassi, citado em Kroes 1989, p. 376). Não importa quantas vezes repetirmos uma história e nem a intensidade que defendemos a sua veracidade, um mito sempre será um mito.

Esta seção se propõe a apresentar os argumentos que nos levam a considerar a tecnologia um campo autônomo de conhecimento. O modelo linear da criação tecnológica constitui uma forma de anacronismo, pois não considera a própria história das invenções tecnológicas. Este modelo pressupõe que só houve invenções tecnológicas a partir do momento que as primeiras teorias científicas foram constituídas, visto que os artefatos tecnológicos são apenas deduções dessas teorias. Entretanto, houve diversas invenções tecnológicas em períodos da história que antecederam o surgimento da ciência moderna. Podemos ainda reforçar esse argumento afirmando que uma porção de artefatos tecnológicos foram criados antes das próprias teorias científicas que os explicavam ou ainda a criação desses artefatos foram os motivos que impulsionaram a criação de determinada teoria científica. Alberto Cupani em seu livro *Filosofia da Tecnologia: Um Convite* traz diversos exemplos que sustentam esse argumento.

“Reparemos em que, se não fosse assim, deveríamos retirar do seu domínio complexas realizações de outras épocas, como as pirâmides elevadas por diversos povos, os aquedutos romanos e as catedrais medievais, construções todas que não puderam utilizar conhecimentos científicos no sentido moderno da expressão.

Deveríamos ignorar também o uso de certas drogas (efedrina, cocaína, quinina, curare) na medicina de diversas culturas pré-científicas, bem como muitos processos industriais igualmente pré-científicos (a fabricação do queijo, a fermentação, as tinturas...) [...]. Por outra parte, numerosas invenções não se originaram na aplicação deliberada de conhecimentos científicos nem foram realizadas por cientistas. Um dos casos mais conhecidos é a invenção da máquina de vapor, que em vez de ser o resultado de teorias científicas contribuiu a desenvolver a termodinâmica”(Cupani, 2017, p.170).

Esse argumento é fulminante contra a explicação linear da criação dos artefatos tecnológicos: se a criação da tecnologia dependesse da simples dedução a partir das teorias científicas, então não teria havido invenções tecnológicas em tempos pré-científicos ou não haveria invenções tecnológicas em campos que a ciência ainda não explorou. Mesmo assim, continuaremos a tratar da autonomia do conhecimento tecnológico, pois quando enfrentamos um mito não podemos esperar que ele se desfaça de maneira tão fácil. Na sequência, buscaremos razões epistemológicas para rejeitar este modelo.

O primeiro argumento que sustenta a posição de que para se criar um artefato tecnológico é necessário criar um conhecimento novo se baseia na ideia de que as teorias científicas são abstratas e idealizadas de tal maneira que não poderia se gerar um dispositivo tecnológico através de uma simples dedução dessas teorias. Esse argumento também é usado por Hacking quando ele fala sobre como criamos as representações, as teorias científicas possuem o propósito de serem gerais e se aplicarem a todos os casos sem restrições, precisamos entender que para essa proposta ser possível muitas condições *ceteris paribus*²² são estabelecidas, e elas geralmente só são realizáveis dentro do laboratório. Essas características das teorias científicas são substancialmente diferentes das teorias tecnológicas, que por sua vez são pouco abrangentes e procuram ser mais locais, a pretensão do tecnólogo é explicar o funcionamento de um determinado artefato para determinadas situações de uso. Podemos dizer que existe uma grande diferença de objetivos entre as abstrações das teorias científicas e a aplicação na realidade das teorias tecnológicas, esta diferença de objetivos é o que nos leva a afirmar que são conhecimentos diferentes.

²² A tradução da expressão do latim *ceteris paribus* para o português quer dizer “mantidas as condições iguais”, ou seja, *ceteris paribus* significa que, ao estudar um fenômeno específico, estamos considerando que os fatores externos ou outras variáveis não mudam.

Como podemos ver esse argumento está no texto “Philosophy of science and the technological dimension of science”, de Peter Kroes (1989).

“As principais razões para a existência desta lacuna são a natureza abrangente das teorias científicas (quanto mais fenômenos uma teoria explica, melhor ela é), e o uso generalizado de idealizações na ciência. No que diz respeito ao primeiro ponto, a natureza abrangente das teorias científicas, há uma impressionante diferença entre teorias científicas e tecnológicas. Em contraste com cientistas, os tecnólogos tendem a desenvolver teorias que têm apenas um domínio limitado de aplicação. Muitas vezes, as teorias tecnológicas só são válidas para um tipo específico de artefato (por exemplo, teorias tecnológicas sobre motores a vapor, motores de combustão interna, radares, antenas etc.) ou algum tipo de materiais (por exemplo, teorias de semicondutores). Para os tecnólogos, a natureza abrangente das teorias não é necessariamente uma virtude como é para os cientistas”(Kroes, 1989, p.377).

De maneira mais direta, as teorias científicas postulam condições abstratas para que possam se aplicar ao maior número de fenômenos em determinada área de investigação. Já as teorias tecnológicas tratam de condições específicas para um determinado artefato com um único uso determinado. Sendo assim, podemos concluir que se os objetivos das teorias científicas são diferentes dos objetivos das teorias tecnológicas, e por este motivo as abordagens metodológicas de cada uma das teorias também devem ser diferentes, logo, os conhecimentos gerados por cada um desses dois tipos de teorias serão diferentes.

Outro aspecto que é preciso ressaltar tem a ver com os princípios gerais que orientam a validade e a aplicabilidade de cada tipo de teoria. As teorias científicas geralmente não se preocupam com demandas práticas, a validade e possível aplicabilidade de uma determinada teoria científica se baseia em princípios como: abrangência, previsibilidade, falsificabilidade, simplicidade, consistência, etc. Já as teorias tecnológicas são orientadas por princípios exclusivamente práticos, como por exemplo: custo-benefício de produção, aceitação do público alvo, eficiência, etc. Este argumento denota que as próprias teorias são construídas procurando resolver demandas diferentes, o que novamente reforça a ideia de que é impossível através de um processo simples de dedução de uma teoria científica derivar uma teoria tecnológica.

“Em segundo lugar, os engenheiros têm de lidar com certos tipos de problemas tecnológicos para os quais a ciência não oferece nenhuma solução. Deixe-me apenas mencionar aqui problemas relacionados à expansão, design de produto, e eficiência do produto ou processo. Tais problemas são típicos das ciências tecnológicas. Em geral, as noções-chave em relação aos problemas tecnológicos são ‘viabilidade’, ‘confiabilidade’, ‘eficiência’, ‘custo-benefício’, ‘análise’, ‘otimização’, etc. Nos problemas científicos, em geral essas noções não desempenham qualquer papel significativo. Conseqüentemente, o engenheiro geralmente não pode recorrer à ciência para soluções prontas” (Kroes, 1989, p. 377).

Os dois argumentos citados acima tornam explícitos os motivos que nos levam a afirmar que encarar a criação de artefatos tecnológicos como uma simples dedução a partir das teorias científicas é um mito. Na prática, o que vemos são dois tipos de conhecimento que, apesar de tratarem muitas vezes dos mesmos objetos de estudo, são substancialmente diferentes. Peter Kroes deixa isso claro a partir de sua leitura de *Haphazard Reality*, obra de Hendrik Casimir, ex-diretor dos laboratórios de pesquisa Philips na Holanda:

“Em outras palavras, as condições sob as quais o conhecimento científico é válido são geralmente diferentes das condições que o engenheiro enfrenta na prática. Então ele é forçado a fazer pesquisa ‘adicional’, a fim de preencher a lacuna entre o teoricamente possível e o praticamente viável. Segundo Casimir, novamente, ‘A principal tarefa dos laboratórios de pesquisa industrial [é] complementar os resultados de pesquisas acadêmicas que são aplicáveis em princípio para que se tornem aplicáveis na prática’ [...]. Este tipo de pesquisa é fortemente ‘orientado a missões’ [*mission-oriented*] e produz conhecimento que é principalmente tecnologicamente relevante” (Kroes, 1989, p.377).

A citação de Kroes comentando a fala de Casimir reflete em partes a caracterização de Hacking de como ocorrem as intervenções científicas no mundo. É preciso lembrar que para o autor de *Representar e Intervir* não é possível aplicar as representações abstratas e idealizadas da ciência no mundo de maneira direta, pois, para que o conhecimento gerado pelas representações seja possível no mundo, Hacking afirma, da mesma forma que Casimir, que são necessárias pesquisas complementares. E essas pesquisas complementares são orientadas para a missão da intervenção, e se, no final do processo essa

intervenção for bem-sucedida, ela caracterizará a representação como verdadeira. Entretanto, nessa caracterização, a criação de representações e de intervenções ainda são processos que, apesar de complementares, são distintos: a ciência seria a responsável pela primeira e a tecnologia pela segunda sem que haja uma relação direta e necessária entre as duas. Na próxima seção investigaremos o que é a tecnociência, noção que caracteriza a produção científica e tecnológica de maneira simbiótica.

2.4 Tecnociência

Nas seções anteriores, apresentamos algumas formas de interpretar a relação entre ciência e tecnologia, que por hora podem ser antagônicas e por hora podem ser complementares. Em alguns modelos de interpretação desta relação, a tecnologia era vista apenas como ciência aplicada: a partir das teorias científicas se deduzem as condições para a produção de artefatos tecnológicos. Entretanto, vimos que esse argumento é bastante frágil e dificilmente retrata a realidade de pesquisa científica e tecnológica em todos os casos. Já em outros, a tecnologia e a ciência são maneiras independentes de se adquirir conhecimento. Porém observando o grau de complexidade e desenvolvimento que as pesquisas científicas alcançaram nos dias atuais, ainda seria possível afirmar a autonomia de ambas as partes? A autonomia nesse sentido se refere a nenhuma área ser subordinada à outra, ou seja, de todas terem a capacidade de gerar conhecimento por si mesmas. Entretanto, no estágio atual de desenvolvimento, a ciência necessita cada vez mais de artefatos de alta tecnologia, o desenvolvimento científico por sua vez cria as condições para a produção desses artefatos. Sendo assim, como a ciência e a tecnologia poderiam ser áreas autônomas e ao mesmo tempo estabelecerem uma relação de dependência? Vamos propor nesta seção que o conhecimento tecnológico depende em partes do desenvolvimento científico e o conhecimento científico depende do conhecimento tecnológico. Se ainda é possível preservar a autonomia de cada área de pesquisa é a pergunta que pretendemos responder no decorrer da seção. Veremos também que a hibridização das disciplinas de ciência e tecnologia também tem grande

impacto social tanto nas políticas públicas quanto diretamente no cotidiano da população afetada pelos artefatos criados. Devido a sua importância, este tema menos epistêmico e mais político também será tema de um debate filosófico aprofundado durante esta seção. A citação de Peter Kroes reflete muito bem essa relação de dependência parcial mútua na relação entre ciência e tecnologia.

Agora, dado que a concepção de tecnologia como ciência aplicada é um mito, o problema da relevância tecnológica no conhecimento científico permanece aberto. De que forma a ciência contribui para a solução dos problemas tecnológicos? Na minha opinião, os filósofos da ciência não podem se dar ao luxo de ignorar esse problema por mais tempo, porque, como observei no começo, ciência e tecnologia formam um todo inseparável. (Kroes, 1989, p. 379).

Esse “todo inseparável” ao qual Kroes se refere é o que filósofos como Cordero, Queraltó, Echeverría e Latour chamam de tecnociência. É Bruno Latour em seu livro *Ciência em ação* de 1987 que cunha o termo ‘tecnociência’. A intenção de Latour era abreviar de uma forma apropriada a expressão que designasse a relação entre ciência e tecnologia, drama também presente neste trabalho onde a mesma expressão é repetida inúmeras vezes neste capítulo. Porém, mais do que ser uma simples abreviação, temos que entender o contexto de uso da expressão tecnociência que se refere necessariamente ao uso conjunto da ciência e tecnologia em projetos de grande impacto social. Javier Echeverría em seu famoso livro *A Revolução Tecnocientífica* de 2003, argumenta que a tecnociência surge não com o propósito teórico de investigar a verdade mas sim com a intenção de produzir uma forma de conhecimento prontamente útil. Os comentários de Gilmar Szczepanik resumem a proposta inicial de Echeverría:

[...] “tecnociência” passou a designar a inserção cada vez maior da pesquisa científica em projetos industriais, bélicos e políticos, que faz com que a ciência se torne cada vez mais um instrumento, perdendo valor de um fim em si mesma (Szczepanik, 2014, p. 181).

Ou seja, o propósito da tecnociência é principalmente a produção de conhecimento que resulte na criação de artefatos que sejam utilizados pela sociedade de alguma maneira. Para Echeverría, é a macrociência o primeiro estágio de desenvolvimento da tecnociência, isso porque os projetos destas

áreas têm como característica a reunião de cientistas e tecnólogos de diversas áreas formando uma grande equipe com um objetivo em comum.

Esta multidisciplinaridade de pesquisadores se deve ao fato de que a produção do conhecimento de uma investigação que se propõe a criar um artefato tecnológico de grande impacto social é uma operação de alta complexidade. A causa disso é a complexidade encontrada na natureza, vamos comparar dois exemplos para de investigações diferentes. O primeiro é a teoria do plano inclinado ideal, que é uma abordagem simplificada que descreve o movimento de um objeto sobre uma superfície inclinada, considerando uma série de condições ideais. Já um exemplo clássico de criação tecnocientífica é a produção de uma vacina que em geral perpassa as seguintes etapas: a primeira etapa é de pesquisa e desenvolvimento, que envolve identificação do agente patogênico e desenvolvimento do antígeno; a segunda etapa é o desenvolvimento do antígeno, que pode ser através do cultivo de vírus/bactérias ou através de engenharia genética; a terceira etapa é de purificação e preparo; a quarta é a formulação e adição de excipientes que podem ser adjuvantes, conservantes e estabilizantes; após isso passamos para os testes clínicos e averiguação das agências reguladoras de saúde; por fim a produção em larga escala, controle de qualidade e a distribuição; e ainda existem etapas de monitoramento pós-distribuição.

A teoria do plano inclinado ideal envolve apenas uma área do conhecimento, a física, e é usada apenas como uma analogia para a realidade. Já a produção de uma vacina envolve inúmeras áreas do conhecimento, agentes governamentais, indústrias, mobilização e engajamento de esferas sociais, etc. É claro que devemos guardar as devidas proporções entre a teoria do plano in clinado e a produção de uma vacina, mas exemplos tão discrepantes servem para nos mostrar a diferença de complexidade, no sentido de envolver diversas áreas científicas, tecnológicas e sociais, entre a ciência pura e da tecnociência²³.

Szczepanik comenta sobre a macrociência e a tecnociência:

²³ Poderíamos pensar em uma diferença de grau de complexidade entre a ciência pura e a tecnociência. Entretanto, os autores abordados aqui consideram que há uma diferença de tipo de atividade. Explorar essa possibilidade é tema para outro trabalho.

A tecnociência é, segundo Echeverría, sucessora da macrociência (Big Science) iniciada durante a Segunda Guerra Mundial com megaprojetos como o “Manhattan”, produtor da bomba atômica. No imediato pós-guerra, os Estados Unidos primeiro, e outras potências depois, criaram planos de incentivo à ciência e à tecnologia com a finalidade de aumentar a produtividade industrial, melhorar a saúde e a educação da população e desenvolver a capacidade bélica (Szczepanik, 2014, p. 181)

A macrociência compartilha a multidisciplinaridade e a aplicabilidade prática como semelhanças com a tecnociência, de modo que esta segunda que pode ser interpretada como uma continuidade histórica da primeira. A diferença conceitual entre as duas pode ser compreendida através da forma de patrocínio e incentivos financeiros das pesquisas.

Caracterizada pelo patrocínio estatal da pesquisa, já a tecnociência é caracterizada por um interesse de investimento privado e abertura industrial da pesquisa. Como consequência do investimento privado nas pesquisas tecnocientíficas, o principal objetivo a ser alcançado por estas pesquisas não é a obtenção de conhecimento, mas sim o retorno financeiro que compense os investimentos. Ainda assim, poderíamos considerar a macrociência e tecnociência como sinônimos, pois a única diferença fundamental entre elas é a origem do patrocínio; no entanto, sabemos que quando o Estado investe em macrociência o seu objetivo é que os recursos investidos retornem não apenas como valor financeiro, mas também como capital político e bélico. De qualquer forma, os valores que orientam a investigação tecnocientífica e de macrociência, embora semelhantes entre si, são definitivamente diferentes dos valores que orientam a ciência tradicional.

Podemos resumir que a caracterização de Echeverría é que a macrociência é uma forma de investigação interdisciplinar que tem como objetivo a criação de artefatos ou processos que visem algum impacto social. Exatamente como a tecnociência sendo a única diferença o patrocínio estatal da macrociência e a iniciativa privada patrocinando a tecnociência. Como este detalhe não impacta nos temas abordados neste trabalho, Para os devidos fins, parece não haver necessidade de uma diferenciação rigorosa entre macrociência e tecnociência de modo que além de usarmos as expressões como sinônimas os exemplos que se aplicam a macrociência também podem se aplicar como exemplos tecnocientíficos.

Desse modo, a tecnociência supõe e provoca também uma reestruturação dos valores que orientam a atividade científica. Critérios epistêmicos como verdade, adequação empírica, coerência e consistência teórica, precisam dividir espaço com outros critérios associados aos valores tecnológicos, econômicos, políticos, militares, sociais, ambientais e estéticos. Os valores considerados pela tradição filosófica como “extracientíficos” e que durante muito tempo foram menosprezados por muitos filósofos da ciência, assumem um papel de destaque no modelo tecnocientífico (Szczepanik, 2014, p. 182).

Devido aos argumentos apresentados acima, filósofos como Echeverría e Latour demonstram extrema preocupação com o desenvolvimento da tecnociência, que muitas vezes é vista como uma ameaça à existência da investigação científica básica. Outra questão que também muitas vezes nos faz ficar receosos é quanto à confiabilidade dos artefatos criados. Se a pesquisa tecnocientífica não é conduzida exclusivamente por valores epistêmicos, há uma margem para que valores de interesse particular conduzam a investigação.

Segundo Echeverría (2003), os Estados Unidos da América são o epicentro mundial do fenômeno tecnocientífico que através da globalização se espalhou pelo mundo. O Projeto Manhattan é o projeto característico de projetos tecnocientíficos, ele teve início no ano de 1942 reuniu diversos cientistas, engenheiros, tecnólogos e técnicos com o objetivo de desenvolver armas nucleares. O projeto era liderado pelo general norte-americano Leslie Groves e pelo físico Julius Robert Oppenheimer, e teve como desfecho a produção de duas bombas atômicas que foram lançadas sob as cidades de Hiroshima e Nagasaki no fim da Segunda Guerra Mundial. O fato de que o Projeto Manhattan simboliza um dos principais projetos tecnocientíficos torna evidente a preocupação de Echeverría e Latour. Primeiramente, ele se caracteriza por ser um projeto multidisciplinar envolvendo diversas competências de áreas heterogêneas do conhecimento humano. Segundo, trata-se de um projeto liderado por um general e por um físico, o que caracteriza o vínculo entre a tecnociência e a indústria bélica. E por último e talvez mais preocupante foram os destinos dados as bombas Little Boy e Fat Man jogadas sob o Japão, evidenciando que através da tecnociência o conhecimento científico e tecnológico podem se alinhar com princípios de

dominação e devastação do imperialismo.

Devido ao grande impacto e poder de transformação mundial que as propostas tecnocientíficas apresentam, uma boa parte da comunidade passou a fazer uma investigação válida e necessária sobre os desdobramentos sociais decorrentes desta prática. Apesar de Hacking não trazer para o debate do seu livro o tema sobre política, uma hipótese que pode ser derivada das discussões acima é que a tecnociência promove intervenções para além da criação de fenômenos, mas através da criação de artefatos que modificam as políticas públicas com relação a ciência e tecnologia e também modificam o cotidiano dos seres humanos e a sua relação com o mundo. Podemos usar como exemplo o advento da popularização das inteligências artificiais (IA) no cotidiano humano, o uso constante dessa ferramenta tecnológica tem afetado o processo de ensino e aprendizagem de crianças e adolescentes e colocado em risco vagas de empregos, principalmente de artistas e programadores.

Essa mudança no comportamento humano fez com que a União Europeia discutisse pela primeira vez uma lei sobre a regulamentação das inteligências artificiais em abril de 2021; em dezembro de 2024, o senado brasileiro também aprovou um projeto de regulamentação das inteligências artificiais.

Alberto Cordero, no seu artigo “On the Growing Complementarity of Science and Technology” de 1998, discute o tema da autonomia entre as disciplinas de ciência e tecnologia no seu atual estágio de desenvolvimento. Devido à expansão da tecnociência durante as décadas de 80 e 90 do século XX, parece difícil imaginar essas áreas não atuando de maneiras híbridas, como se não pudéssemos cogitar que ainda exista ciência e tecnologia mas apenas tecnociência. Entretanto, se vamos falar da autonomia de cada uma destas disciplinas, diante do contexto de uma expansão cada vez maior da tecnociência, então precisamos responder: qual é a diferença entre ciência e tecnologia? Cordero primeiro discute a respeito do que ele chama de visão convencional. Para ele, a visão comum a respeito da relação entre ciência e tecnologia é postular que a tecnologia é ciência aplicada. Nessa visão comum, temos de maneira definida que a função da ciência é representar o mundo, e a tecnologia não possui esse interesse de maneira latente. Mas isto não é uma

discrepância relevante o suficiente para afirmarmos que há uma diferença substancial entre ciência e tecnologia, pois afinal de contas a tecnologia também precisa representar o mundo, mesmo que seja à sua própria maneira. Sendo assim, teríamos que construir outros argumentos além deste que incluam métodos investigativos, contexto histórico-social, econômico, etc. Cordero afirma o seguinte:

A tecnologia é geralmente menos engajada do que a ciência com a construção de amplas imagens racionais do mundo. Se for assim, no entanto, a variação relevante provavelmente terá que ser buscada no nível de contextos de investigação, motivação e história (Cordero, 1998, p. 88-89).

O segundo argumento é o que Cordero nomeia de “*Pantechologist Temptation*”, tentação pantecnologista ou pantecnológica. O prefixo pan denota todos ou totalidade, ou seja, o argumento pantecnológico afirma que tudo que envolve a relação ciência e tecnologia é por princípio tecnológico. Baseando-se na filosofia de John Dewey, o filósofo argumenta que a tecnologia é historicamente anterior à ciência e funcionalmente inclusiva a ela. O que quer dizer que historicamente a tecnologia surgiu antes da ciência, por exemplo a roda, a alavanca e as pirâmides surgiram ainda na antiguidade, enquanto a ciência surgiu apenas na modernidade – e mesmo na contemporaneidade, podemos mencionar a máquina a vapor, que surgiu antes das teorias da termodinâmica. Já em termos metodológicos, a tecnologia não excluiu ou ignorou a ciência mas a absorveu e aprimorou seus resultados para conseguir atingir seus objetivos com ainda mais precisão.

Baseado em uma primeira premissa que afirma que o desenvolvimento científico só é possível se houver um aparato tecnológico equivalente. E a segunda premissa afirma que as teorias científicas não se sustentam apenas pelos fatos mas são induzidas pelo contexto social e tecnológico. O argumento pantecnológico afirma que antes das teorias científicas ou modelos serem entidades da ciência elas são instituições tecnológicas, e seria um erro não entendê-las em termos tecnológicos.

Pode-se interpretar isso como um convite para se tornar consciente de que entidades “racionais”, como razões, argumentos e teorias, não são entidades primariamente científicas, mas instituições tecnológicas. Se assim for, os elementos do discurso científico exigiriam principalmente relatos tecnológicos em vez de científico-

filosóficos, e tratar elementos científicos em termos não tecnológicos seria entender mal sua natureza e buscar relatos incompletos que careceriam de credibilidade e precisão (Cordero, 1998, p. 89).

Porém, Cordero afirma que, apesar de admitir que modelos e teorias científicas são produtos tecnológicos, isso não faz com que as teorias tenham menos importância ou ocupem um lugar secundário na construção do conhecimento. É fato que os cientistas se encontram condicionados pelo contexto social e tecnológico em que estão inseridos, embora Thomas Kuhn na *Estruturas das Revoluções Científicas* tenha mostrado que os cientistas muitas vezes desafiam seus paradigmas, independentemente dos fatores que sustentam esses paradigmas. Tanto o argumento da visão convencional quanto o argumento pantecnológico trazidos por Cordero são exemplos de modelos lineares ou hierárquicos da relação entre ciência e tecnologia. Já vimos na seção 2.2 que Cuevas ressalta o quanto problemática é esta forma de caracterizar a relação. Além disso, o maior problema para os nossos propósitos no momento é que eles não oferecem argumentos fortes o suficiente para assegurarmos a possibilidade da independência das disciplinas de ciência e tecnologia. Para concluir, Cordero afirma que ciência e tecnologia são disciplinas de profunda similaridade, como podemos ver na seguinte citação:

A tecnologia e a ciência contemporâneas diferem sem o apoio de uma dicotomia subjacente. Elas foram racionalmente levadas a um estado de profunda complementaridade — sendo agora mais interdependentes do que nunca — embora continuem a gravitar em torno de diferentes protótipos intelectuais. (Cordero, 1998, p.92).

Assim, o que podemos dizer é que apesar de serem interdependentes elas não são indistinguíveis, pois a ciência e a tecnologia enfatizam e valoram objetivos, critérios de sucesso e a ética de suas pesquisas de maneiras diferentes e com graus de importância diferentes. Na tecnociência podemos ver esses valores atuando de maneira híbrida. Os objetivos da ciência de maneira geral são obter conhecimento e entender o mundo, para a tecnologia, por mais que a obtenção de conhecimento faça parte da investigação, ela não é o objetivo principal. Diante de um problema para alcançar seus objetivos a tecnologia não visa a obter a compreensão conceitual como a ciência, mas a produzir artefatos que a façam atingir o resultado requerido. Um exemplo

trazido no texto de Cordero mostra como esses valores atuam de maneira híbrida a respeito dos diferentes objetivos da ciência e da tecnologia: na medicina, a fim de promover a saúde das pessoas, o conhecimento sobre as doenças em geral é orientado para a prevenção e o tratamento de doenças – e nem tanto para o critério de sucesso tradicional da ciência, a saber, a verdade ou a aproximação da verdade.

A ética é bastante relevante tanto na ciência quanto na tecnologia, mas é muitas vezes aplicada de maneira diferente em ambas. Um cientista não pode mentir a respeito dos resultados dos seus experimentos e a revisão de pares aplicadas nos artigos é justamente para conferir confiabilidade nesse processo investigativo; já na prática da medicina em alguns casos é aceitável que um médico não diga a verdade para o seu paciente se isso for ajudar a promover a sua saúde. Cordero afirma que:

Essas diferenças são questões de grau moderado ou ênfase apenas. Elas levam a uma visão de ciência e tecnologia na qual ambas as formas de atividade funcionam como empreendimentos de busca de conhecimento e ambos se conectam com outras (indiscutivelmente todas as outras) necessidades humanas. Conforme apontado, no entanto, preocupações comuns como a busca por descrições abrangentes de grandes domínios, ou dizer a verdade, diferem em centralidade nos dois empreendimentos. Esse é o sentido em que diferentes matrizes de valoração prototípicas caracterizam a ciência e a tecnologia. Disciplinas científicas e disciplinas tecnológicas simplesmente tendem a se agrupar em torno de diferentes núcleos de valoração. Muitas (indiscutivelmente a maioria) disciplinas, no entanto, não são prototípicas nesse sentido, mas são híbridas (Cordero, 1998, p. 91).

A tecnologia e a ciência de maneira geral perseguem o mesmo objetivo: buscar conhecimento, entretanto, quando observamos os valores que orientam essa busca de conhecimento, vemos que aí se encontra o diferencial entre elas. Entretanto, parece que muitas vezes essas duas disciplinas possuem valores híbridos, dependendo do projeto em que estão inseridas. Então, por mais que possamos afirmar que em muitos casos haja uma hibridização da ciência e da tecnologia, ainda mesmo em situações em que ambas estejam misturadas podemos olhar para a investigação e procurar qual a ênfase e o grau de importância que cada um dos aspectos de investigação citados acima

estão recebendo. Com isso podemos afirmar que, sim, há graus de autonomia entre ciência e tecnologia, mesmo em um contexto tecnocientífico onde elas estejam um nível profundo de interdependência.

Ramon Queraltó trata em seu artigo “*Technology As a New Condition of the Possibility of Scientific Knowledge*” de como funciona a hibridização de valores científicos-tecnológicos dentro da pesquisa tecnocientífica. Na literatura de filosofia da ciência e até mesmo nos primeiros escritos de filosofia da tecnologia, é comum vermos a ideia de que a tecnologia seria apenas uma ferramenta a ser usada pela ciência para manipular os objetos de pesquisa. Mesmo que isso tenha sido verdade em algum momento da história, devido ao nível de complexidade das pesquisas atuais, é impossível relegar à tecnologia apenas um papel secundário de ferramenta. Queraltó afirma que a investigação tecnocientífica é caracterizada pela relevância dos artefatos tecnológicos no processo de aquisição de conhecimento. Na investigação tecnocientífica, a tecnologia não é apenas uma simples ferramenta para a manipulação dos objetos de estudo, mas um mediador epistêmico entre as teorias científicas e o mundo (objetos de estudo). Diferentemente de uma ferramenta que impacta na relação com o objeto de estudo apenas durante o seu uso, o mediador epistêmico causa impressões permanentes no objeto de estudo e seu uso deve ser sempre levado em consideração, pois condiciona a relação permanentemente.

Um instrumento significa algo que é usado para obter alguns resultados específicos, e é abandonado uma vez que esses resultados são alcançados, até a próxima vez que for necessário para os objetivos do empreendimento científico. Em outras palavras, um instrumento é um meio, por assim dizer, de usar e deixar de lado. Mas a mediação é outra coisa, isto é, um meio que é permanente, de tal maneira que a atividade em questão é determinada por ela. Assim, uma mediação influencia a natureza da atividade de forma decisiva (Queraltó, 1998, p. 136).

Para conseguirmos visualizar melhor o que Queraltó está tentando dizer com a ideia de mediador epistêmico, podemos usar como exemplo o conceito de mediador judicial. O mediador judicial tem como função de facilitar a resolução de conflitos entre as partes envolvidas em um processo judicial, buscando um acordo de forma consensual e extrajudicial, sem a necessidade de uma decisão imposta pelo juiz. Ele atua como um intermediário imparcial,

ajudando as partes a entenderem melhor os interesses de cada uma e promovendo um diálogo para encontrar soluções que sejam satisfatórias para todos. Sendo imparcial e não tendo nenhuma relação com as partes litigantes, a função do mediador judicial é encontrar alternativas que determinem como será a relação das partes envolvidas a partir da sua intervenção em diante. Usando este exemplo, podemos dizer que Queraltó está afirmando que a tecnologia se posiciona entre a ciência e o mundo, e a sua mediação causa um impacto permanente na relação entre as duas partes, não é apenas uma ferramenta usada e desprezada após o uso.

Considerar que a tecnologia não é apenas uma ferramenta no processo de investigação científica faz com que diversos objetivos epistêmicos tenham que ser considerados de outra maneira dentro da própria investigação. Na seção passada, citamos Kroes dizendo que o objetivo da ciência é compreensão e explicação da natureza, enquanto a da tecnologia é a dominação e o controle da natureza, sendo assim podemos dizer que a ciência possui objetivos teóricos e a tecnologia, pragmáticos. Mesmo contando que a tecnologia condiciona a investigação científica permanentemente, para a tecnociência esses objetivos de naturezas distintas não são conflitantes, mas são confluentes. De maneira que se o objetivo da tecnologia é manipular e adaptar o objeto para se adequar às condições da pesquisa, o objetivo da pesquisa científica é descobrir o que é e o que faz o objeto. O que estamos querendo dizer é que o objetivo teórico (o que é o objeto) está condicionado ao objetivo pragmático (como adaptar esse objeto às condições da pesquisa), ou seja, a ciência não descobre a realidade no sentido original da palavra, mas descobre a realidade possível para a tecnologia. Queraltó indica que esse aspecto ressalta uma subordinação dos objetivos teóricos aos objetivos pragmáticos. Pois a busca pela verdade está condicionada pela realidade, e é a mediação tecnológica que permite investigarmos a realidade. Logo, é natural que busquemos antes os objetivos pragmáticos para melhor uso e desenvolvimento da tecnologia para que assim se assegure a realização dos objetivos teóricos da busca pela verdade.

Isso significa, por assim dizer, que a investigação da verdade

científica como tal está agora subordinada ao possível uso tecnológico de seus resultados. Portanto, a busca pela verdade científica teórica não constitui agora o objetivo dominante do empreendimento cognitivo; aplicações pragmáticas ditam a demanda a ser investigada até um certo ponto. Observe que não afirmamos que a busca da verdade como tal não seja importante, mas sim que seu papel está profundamente ligado a objetivos pragmáticos e está subordinado a eles. [...] Em outras palavras, a principal pergunta a ser respondida desse ponto de vista não é “qual é o objeto?” (verdade teórica), mas “a que propósito prático o objeto pode servir?” (verdade pragmática). (Queraltó, 1998, p. 137).

É preciso dizer que esse é o impacto causado pela mediação tecnológica, a prioridade adquirida pelos objetivos pragmáticos aos objetivos teóricos é fruto do condicionamento tecnológico exercido na investigação. Aqui também notamos a primeira semelhança entre a filosofia de Hacking e a proposta tecnocientífica de Queraltó: a caracterização da realidade não é uma tarefa primária. Para Queraltó, primeiro temos que manipular os objetos de estudo através de artefatos tecnológicos; isso só é possível se acontece simultaneamente com alguma pesquisa teórica. Como já dissemos no primeiro capítulo, para o autor de *Representar e Intervir*, a tarefa primária da investigação científica é a criação de representações essas que só são consideradas boas representações após uma intervenção efetiva no mundo, apenas depois disso é que temos a caracterização da realidade. De fato a proposta de Hacking é mais branda do que a de Queraltó; o primeiro afirma que representações e intervenções são equivalentes para a construção do conhecimento enquanto o segundo coloca os objetivos pragmáticos acima dos teóricos. Apesar do autor não afirmar com essas palavras, com base no argumento de que a representação precede a realidade e que só é possível representar baseado em intervenções bem sucedidas, é possível afirmar que em Hacking também há uma subordinação, mesmo que em um grau menor do que para Queraltó, do objetivo teórico (caracterização da realidade) ao objetivo pragmático (criação de *representações e intervenções*). Obviamente, a caracterização da investigação tecnocientífica tendo como prioridade os objetivos pragmáticos nos leva a repensar algumas implicações práticas de como a própria investigação é conduzida, como por exemplo o papel dos experimentos dentro da investigação. Tradicionalmente se imagina o

experimento científico como um produto final, após toda a teorização ser concluída se realiza o experimento com a expectativa de se retirar previsões precisas dele. No contexto tecnocientífico, o experimento faz parte do processo de investigação, não é o produto final que apenas confirma ou corrobora com as hipóteses, mas participa da própria criação e aprimoramento delas. É estabelecida uma relação de feedback constante entre a teorização e a experimentação, a teorização orienta a experimentação e, conforme os resultados dos experimentos vão aparecendo, é possível aprimorar as teorias, que por sua vez vão fornecer condições ainda melhores para a experimentação. Isso parece ser muito semelhante à proposta de Hacking quando ele afirma que “representamos como intervimos e intervimos como representamos”, criamos experimentos conforme teorizamos e teorizamos conforme criamos experimentos. É preciso frisar que aqui não há uma subordinação da teoria ao experimento, estamos apenas evidenciando essa influência recíproca entre teoria e experimento, assim como aponta Queraltó.

Esta situação claramente difere do significado tradicional de teste, onde a influência das condições de teste sobre o conteúdo a ser testado é praticamente inexistente, sendo os testes completamente adaptados para condições teóricas e esgotado por elas. Mas agora, por causa do feedback que temos apontado, estes podem modificar o conteúdo teórico até certo ponto. Observe bem que isso não significa que envolve uma determinação completa do conteúdo teórico pelas condições de teste – que seria impossível - mas apenas apontamos a influência recíproca entre eles. (Queraltó, 1998, p. 138).

Pontuamos novamente a semelhança entre Hacking e a tecnociência proposta por Queraltó. Este último está afirmando que há uma relação de influência entre a teorização e a experimentação, e que estas, apesar de serem etapas diferentes da investigação, são necessariamente etapas que se desenvolvem em conjunto. Essa afirmação de Queraltó pode ser vista como semelhante à perspectiva de Hacking de que as representações, para serem julgadas como boas representações, precisam fornecer as condições para intervenções efetivas no mundo. Podemos facilmente imaginar em Hacking este movimento de feedback entre representações e intervenções acontecendo, assim como apontou Queraltó, se uma intervenção não foi efetiva, então precisamos necessariamente modificar algumas partes da

representação, assim que essa modificação é feita voltamos a testá-la através de uma nova intervenção.

O impacto epistemológico da tecnociência obviamente influencia a discussão sobre realismo científico também, pois não estamos tratando mais da realidade nua e crua, estamos tratando de uma realidade que só pode ser conhecida através da mediação tecnológica. Isso se deve ao fato de que as ferramentas tecnológicas possibilitam qualquer tipo de empreendimento científico, pois é através da tecnologia que os objetos de estudo das investigações científicas são preparados para se adequarem aos requisitos de determinada investigação. Usando um vocabulário ao estilo de Hacking, é a tecnologia a responsável por adequar o mundo natural aos requisitos específicos das nossas representações. Ou seja, se o realismo científico é a defesa de que a ciência representa a realidade, e na perspectiva da tecnociência a tecnologia influencia de maneira decisiva a natureza da atividade por ela mediada, então só conhecemos a realidade que a tecnologia nos permite conhecer. O que conhecemos, então, como afirma Queraltó, é uma realidade tecnologizada e essa é a única possibilidade para a realização da ciência em seu estado de desenvolvimento atual.

Portanto, o impacto epistemológico da tecnologia é óbvio: o conhecimento científico continua a conhecer a realidade, mas é uma realidade tecnologizada. A preparação inevitável do objeto científico torna-se uma preparação tecnológica contanto que a tecnologia seja uma condição de possibilidade da ciência (Queraltó, 1998, p. 139).

Para entendermos plenamente o realismo tecnológico, Queraltó introduz o conceito de compatibilidade tecnológica, que ele entende como sendo o que impõe os limites de até onde vai o nosso conhecimento da realidade. No contexto tecnocientífico, podemos conhecer a realidade até onde a nossa tecnologia consegue manipular os objetos científicos. Ou seja, o conhecimento que temos da realidade é o conhecimento respectivo das condições tecnológicas da nossa época. Esta versão do realismo tecnológico não é incompatível nem com a versão tradicional do realismo nem com o realismo de entidades. Segundo Queraltó, este aspecto acaba revelando uma certa independência ontológica do objeto científico, pois conhecemos as suas

características até onde a tecnologia nos permite manipulá-lo. O realismo tecnológico possui um aspecto de complementariedade com o realismo de entidades de Hacking, pois só conseguimos manipular uma entidade para realizar ações e enfim comprovar a realidade da entidade usada se tivermos uma tecnologia compatível para realizar tal operação.

Primeiro, a relativa independência ontológica do objeto científico estará relacionada aos limites impostos pelos meios tecnológicos (sem ignorar outros campos possíveis de objetificação científica além daqueles definidos pela tecnologia). Portanto, propriedades da realidade a serem conhecidas pela ciência serão propriedades a serem consideradas principalmente pela manipulação tecnológica. (Queraltó, 1998, p. 139).

O argumento de Hacking para sustentar o realismo de entidades serve também para sustentar o realismo tecnológico de Queraltó. Hacking afirma que ao realizarmos uma ação efetiva no mundo usando uma determinada entidade, ou seja, que seus efeitos sejam observáveis ou detectáveis, estamos comprovando a existência da entidade usada. Queraltó adiciona que esta entidade só pode ser manipulada pelas ferramentas tecnológicas disponíveis no contexto em que se encontra. Portanto, podemos concluir que descobrimos a realidade realizando ações de manipulação de entidades que sejam compatíveis com o desenvolvimento tecnológico em que nos encontramos. Um exemplo claro disso é o da nanotecnologia que apesar de ser teorizada desde a década de 1950 só foi “descoberta” e ter a devida atenção na década de 1980, graças ao surgimento de ferramentas tecnológicas que possibilitavam a manipulação de entidades nanométricas. Szczepanik comenta a relação entre o realismo de entidades e a tecnologia.

Nas linhas seguintes, Hacking considera: “[...] que a ciência tem dois objetivos: teoria e experimento. As teorias tentam dizer como o mundo é. Os experimentos e a tecnologia subsequente mudam o mundo. Nós representamos e nós intervimos. Nós representamos de modo a intervir e intervimos de modo a representar” (1983, p. 93). Julgo que tal afirmação permite aproximar a tecnologia ao realismo de entidades, pois a tecnologia se caracteriza justamente por ser uma atividade capaz de intervir no mundo que nos cerca, transformando-o de diferentes formas e gerando, conseqüentemente, uma pluralidade de impactos, sendo alguns deles positivos e outros negativos. Para que a tecnologia tenha essa capacidade de intervir em nosso entorno, ela necessariamente precisa ser constituída sob entidades reais. Ela

interfere no mundo porque ela opera com propriedades que existem nesse mundo. Além disso, a tecnologia inevitavelmente deve funcionar e a funcionalidade e seu poder de intervir, bem como transformar, fundamenta-se em algo real e não em ficções ou ilusões. (Szczepanik, 2023, p. 333).

Para concluir, recapitularemos as inter-relações, similaridades e ideias complementares entre a proposta de Ian Hacking em *Representar e Intervir* e as propostas tecnocientíficas desenvolvidas pelos diversos autores citados nesta seção. Notamos que essas inter-relações, similaridades e complementaridades se devem principalmente às concepções pragmáticas que estão no cerne de ambas as propostas. O primeiro ponto a ser citado são as intervenções sociais criadas por artefatos tecnológicos: Hacking se refere à criação de fenômenos como a forma de *intervenção* científica e os seus exemplos se referem particularmente às ciências da natureza. O que estamos propondo é ir além das concepções tratadas pelo autor e entender um segundo nível de intervenção, quando além do fenômeno da natureza criado e reproduzido em um artefato, ele se desdobra em um fenômeno social. A intervenção tecnocientífica acontece em dois níveis, a criação de um fenômeno natural e como consequência da sua criação o surgimento de um fenômeno social, como é o caso do exemplo trazido das leis de regulamentação das inteligências artificiais. Não há dentro do conceito da criação de fenômenos nenhum impeditivo para fazermos essa inferência. Na tentativa de interpretar Hacking, um problema que apareceu de maneira recorrente nas seções anteriores era sobre a autonomia das áreas da ciência e tecnologia, autonomia essa necessária para que pudéssemos caracterizar os conceitos de *representar e intervir*. Ao tratarmos de tecnociência, esse problema parece ser resolvido por Cordero: apesar de a tecnociência caracterizar uma profunda interdependência entre ciência e tecnologia ela ainda preserva, através dos valores de investigação, características de ambas as áreas. Cordero defende que a tecnociência é a hibridização dos valores de investigação de tecnologia e ciência a fim de alcançar um propósito específico em um determinado contexto histórico-social de produção, não é o fim ou a subordinação da ciência a tecnologia ou vice-versa.

Podemos considerar que a relação entre representar e intervir também

preserva seus valores e características de maneira autônoma, mas quando aplicados na pragmática, na ação, esses valores se hibridizam, assim como na tecnociência. Podemos dizer que Hacking está tratando de um contexto metafísico mais geral e Cordero está tratando das características dos agentes envolvidos na ação.

Por fim, Queraltó parece abordar um tema ainda mais específico e interno da investigação científica quando trata de como a hibridização dos valores da ciência e da tecnologia influenciam diretamente na investigação. Queraltó afirma que os objetivos teóricos (descobrir o que é o objeto) são subordinados aos objetivos pragmáticos (manipular o objeto através de artefatos tecnológicos). Essa afirmação supostamente seria conflitante com a proposta de Hacking, pois para este o objetivo teórico (representação) é equivalente ao objetivo pragmático (intervenção). Entretanto, analisando a proposta de Hacking de maneira mais minuciosa, podemos dizer que em Hacking há também uma subordinação das representações às intervenções. *Se representamos conforme intervimos e intervimos conforme representamos*, a quem conferimos a objetividade? É plausível afirmar que a objetividade é conferida às intervenções pois estas são tangíveis e estão presente no espaço-tempo, enquanto as representações não.

Este argumento também parece se aplicar à relação de *feedback* entre teoria e experimento tendo a sua objetividade ancorada naquilo que é mais concreto e menos metafísico, ou seja, numa intervenção bem-sucedida na realidade. Essas inter-relações e complementaridades entre ambas as propostas só são possíveis graças às características fortemente pragmáticas presentes em ambas. É o espírito pragmatista presente nos dois pontos de vista que une o realismo de entidade de Hacking e o realismo tecnológico de Queraltó. A proposta do realismo de entidades é que só são reais as entidades que podemos manipular e realizar ações com elas, enquanto a proposta do realismo tecnológico é que só conhecemos a realidade até onde a nossa tecnologia nos permite conhecer. Bom, no realismo de entidades também só conhecemos as entidades que a tecnologia disponível nos permite manipular. Logo, há uma clara complementaridade entre ambas as teorias. Tendo em vista o que foi dito na parte final desta seção, a tecnociência nos fornece um

vocabulário riquíssimo para interpretarmos as ideias presentes em *Representar e Intervir*.

3 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal interpretar a obra *Representar e Intervir: tópicos introdutórios em filosofia da ciência* (1983, 2012) de Ian Hacking. O trabalho buscou, para isso, responder questões pertinentes às concepções realistas do autor e também interpretar a proposta de investigação científica baseada no processo de *representar* e *intervir* presente na obra. Ao longo desta dissertação, foram desenvolvidas análises que permitiram compreender de maneira mais aprofundada o realismo de entidades desenvolvido por Hacking e as motivações que levaram o autor a se autointitular um antirrealista de teorias e um realista de entidades científicas. Também buscamos uma variedade de vocabulários a fim de interpretar de maneira adequada os conceitos de *representar* e *intervir*, encontrando uma variedade de semelhanças e inter-relações com a concepção de tecnociência apresentada neste trabalho pelos autores Echeverría, Cordero e Queraltó.

Com isso podemos concluir que a caracterização realista apresentada através de French, apesar de elucidar bem os princípios realistas, não é a abordagem mais adequada para interpretarmos concepções como o realismo de entidades. Da Silva e Sardi nos mostram de maneira astuciosa que nem todas as concepções que não seguem todos os princípios realistas postulados por French são necessariamente concepções antirrealistas. Este é exatamente o caso do realismo de entidades de Hacking. Usando o vocabulário de da Silva e Sardi, o realismo de entidades não possui uma rivalidade acerca de grandes princípios com a versão tradicional do realismo, o realismo de entidades apenas considera a possibilidade das teorias científicas não serem verdadeiras. Já Chakravartty e van Fraassen apresentam uma nova forma de interpretar o debate sobre o realismo científico, em vez de se entender as teorias realistas descrevendo como é o mundo natural passa-se a entender as teorias realistas como tratando sobre os compromissos assumidos para a admissão de uma crença sobre o mundo. Para encerrar o assunto sobre realismo científico, vimos as semelhanças entre o realismo de entidades e o realismo tecnológico. O realismo tecnológico de Queraltó nos diz que os limites do nosso conhecimento da realidade vão até onde a tecnologia disponível alcança,

condição que condiz com o realismo de entidades, pois só conseguimos manipular determinadas entidades e causar efeitos com elas se houver tecnologia disponível para tal. Concluindo, podemos dizer que o realismo de entidades de Hacking é uma teoria que não se encaixa no realismo proposto por French, mas, mesmo assim, continua sendo uma teoria realista e também é compatível com o realismo tecnológico.

Tratando agora diretamente dos conceitos de *representar* e *intervir*, durante a elaboração do trabalho levantamos duas hipóteses. A primeira é a de que as *representações* são subordinadas às *representações*. A segunda é a de que podemos caracterizar um segundo nível de intervenção quando as *intervenções* científicas têm como desdobramento a produção de tecnologia e estas criam fenômenos sociais. O que sustenta a nossa primeira hipótese é a objetividade, nós já sabemos que as *representações* para Hacking não são necessariamente verdadeiras e que o que avalia uma representação neste caso é a capacidade dela gerar uma *intervenção*. Ou seja, não sendo a *representação* necessariamente verdadeira, só podemos julgar objetivamente a sua adequação por meio da *intervenção*, caracterizando assim uma subordinação das *representações* às *intervenções*. Sobre a segunda hipótese, ela parte da ideia de que o que caracteriza a *intervenção* para Hacking é a criação de fenômenos, o que se dá quando ajustamos um ambiente artificial e controlado para que haja a reprodução de um fenômeno natural. Diversos fenômenos sociais ocorrem graças às tecnologias criadas presentes no cotidiano humano, sendo assim, não parece haver nenhum impedimento conceitual para caracterizar este segundo nível de intervenção.

Na busca de vocabulários para interpretar Hacking, no capítulo 2 vimos com Cuevas que podemos caracterizar a relação ciência-tecnologia de maneiras hierárquicas e não hierárquicas. Entretanto, sabemos que os conceitos de *representar* e *intervir*, apesar de serem conceitos diferentes na pragmática da investigação científica, acabam ficando emaranhados. Sendo assim, podemos descartar as possibilidades que concebem a relação ciência-tecnologia de maneira linear, ou seja, caracterizando a tecnologia como uma derivação da ciência ou vice-versa. É por isso que notamos diversas semelhanças entre os conceitos de *representar* e *intervir* e a

tecnociência pois ambos são a junção da ciência e da tecnologia na pragmática da investigação. A primeira semelhança está no impacto social causado pelas atividades tecnocientíficas. Szczepanik, ao comentar Echeverría, ressalta que esse autor analisa como essa nova forma de produção de conhecimento mudou o mundo e a forma de viver das pessoas. E se a hipótese levantada neste trabalho estiver realmente correta, *representando* e *intervindo* também causamos impactos sociais que não podem ser ignorados. A discussão de Cordero também nos permite evidenciar uma outra semelhança da tecnociência e os escritos de Hacking: apesar do processo de *representar* e *intervir* se dar de maneira emaranhada, ainda existem apenas *representações* e apenas *intervenções*. É isso que Cordero afirma quando trata da autonomia da ciência e da tecnologia, pois, ainda que tecnociência seja uma forma de produzir conhecimento onde ambas as disciplinas trabalhem em conjunto, ainda existe apenas ciência e ainda existe apenas tecnologia. Por fim, Queraltó analisa os valores epistêmicos que permeiam a investigação tecnocientífica permitindo assim que possamos analisar a obra de Hacking de maneira ainda mais profunda. É através de Queraltó que podemos entender melhor a subordinação dos objetivos teóricos aos objetivos pragmáticos e também o papel do experimento na construção das teorias.

Uma proposta para trabalhos futuros seria explorar melhor a ideia trazida por Cuevas sobre modelos representacionais serem ferramentas metodológicas que permeiam tanto a prática investigativa científica quanto a prática investigativa tecnológica. Este assunto poderia ser desenvolvido por dois caminhos, o primeiro segue a sugestão de que modelos deste tipo são ferramentas tecnológicas e o segundo, a ideia de que são essenciais para o desenvolvimento da tecnociência.

4 REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. Tradução de Sérgio Milliet. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "Hall effect". **Encyclopedia Britannica**. Online. <https://www.britannica.com/science/Hall-effect>. Acesso em 23 de outubro de 2024.

BUD, Robert. Applied science: A phrase in search of a meaning. **Isis**, vol. 103, pp. 537–545, 2012.

BUNGE, Mario. Technology as Applied Science. **Technology and Culture**, v. 7, n. 3, pp. 329-347, 1966

CARTWRIGHT, Nancy. **The Dappled World**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

CHAKRAVARTTY, Anjan. Scientific Realism. **Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2017. Online. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism>. Acesso em 09 de novembro de 2024.

CHAKRAVARTTY, Anjan; VAN FRAASSEN, Bas C. What is Scientific Realism?. **Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science**, vol. 9, n. 1, pp. 12-25, 2018.

CORDERO, A. On the growing complementarity of science and technology. In: LENK, H.; MARING, M. (Ed.). **Advances and problems of the philosophy of technology**. Münster: LIT Verlag, pp. 129-140, 1998.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia: um convite**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.

CUEVAS, Ana. The many faces of science and technology relationships. In:

Essays in Philosophy, vol. 6, n. 1, Article 3, 2005.

DA CUNHA, Ivan Ferreira; FERNANDES, Paulo Emmanuel Dellazari; BERTOTTI, Thalyta Gonçalves. Os Modelos de Átila. **O que nos faz pensar**, vol. 31, no. 52, pp. 102–122, 2023.

DA SILVA, Marcos Rodrigues; SARDI, Gabriel Chiarotti. O Realismo Científico e Seus Rivais. **Instante**, vol. 5, no. 3, pp. 239-253, 2023.

DOUGLAS, Heather. Pure science and the problem of progress. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, vol. 46, pp. 55-63, 2014.

DUTRA, L. H de Araújo. **Introdução à teoria da ciência**. 4 ed. rev. ampl. Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.

DEWEY, John. **The Public and its Problems**. Athens, OH: Swallow Press, 1954 [1927].

DEWEY, John. **Experience and Nature**. Nova York: Dover, 1958 [1929].

ECHEVERRÍA, Javier. **La revolución tecnocientífica**. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España, 2003.

FRENCH, Steven. **Ciência: Conceitos-chave em filosofia**. Tradução de André Klaudat. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRIGG, Roman; NGUYEN, James. Scientific Representation. **Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 2021. Online. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-representation/>. Acesso em 09 de novembro de 2024.

GIERE, Ronald. **Science Without Laws**. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.

HACKING, Ian. **Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Science**. Nova York: Cambridge University Press, 1983.

HACKING, Ian. **Representar e intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural**. Tradução de Pedro Rocha de Oliveira. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

KROES, Peter. Philosophy of science and the technological dimension of science. In: GAVROGLU, K. et al. (Ed.). **Imre Lakatos and theories of scientific change**. Dordrecht: Kluwer, 1989, p. 375-381.

LATOUR, Bruno. **Science in action**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

MITCHAM, Carl. **Thinking through technology: the path between engineering and philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.

MORGAN, Mary; MORRISON, Margaret. (Orgs.). **Models as Mediators: perspectives on natural and social science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

PSILLOS, Stathis. **O Argumento de Tolstói: realismo e a história da ciência**. Tradução de Gabriel Chiarotti Sardi; Marcos Rodrigues da Silva. São Paulo: Cognitio, vol. 24, no. 1, pp. 1-9, 2023.

QUERALTÓ, Ramón. Technology as a new condition of the possibility of scientific knowledge. In: LENK, H.; MARING, M. (Ed.). **Advances and problems in the philosophy of technology**. Münster: Lit Verlag, 1998, pp. 205-214.

PRICE, Derek de Solla. The Science/Technology Relationship, the Craft of

Experimental Science, and Policy for the Improvement of High Technology Innovation. **Research Policy**, v. 13, n. 1, pp. 3-20, 1984.

PUTNAM, Hilary. What is Mathematical Truth. In: **Mathematics, Matter and Method**. Cambridge: Cambridge University Press, 1975, capítulo 4.

RUSSELL, Bertrand. **Our Knowledge of the External World**. Londres: Routledge, 2009 [1914].

RUSSELL, Bertrand. **The Prospects of Industrial Civilization**. Londres: Routledge, 1959 [1923].

SZCZEPANIK, Gilmar Evandro. **A Emancipação da Tecnologia em Relação à Ciência**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Filosofia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SZCZEPANIK, Gilmar Evandro. Tecnologia: Entre o Realismo e o Antirrealismo. **Revista Instante**, vol. 5, n. 3, pp. 326–338, 2023.

<https://revista.uepb.edu.br/revistainstante/article/view/3001>

VAN FRAASSEN, Bas. **A Imagem Científica**. Tradução de Luiz Henrique Dutra. São Paulo: Discurso Editorial e Editora da Unesp, 2007.