



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Sociais
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Vinícius Carvalho da Silva

Qual o valor da ciência?
Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência

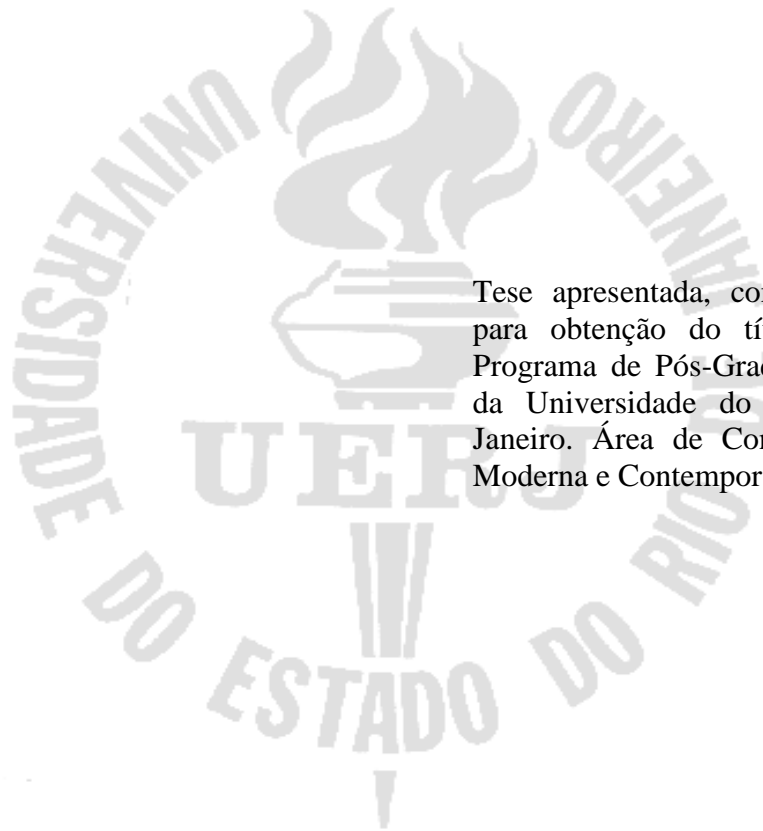
Rio de Janeiro

2017

Vinícius Carvalho da Silva

Qual o valor da ciência?

Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CCS/A

S586 Silva, Vinícius Carvalho da.
Qual o valor da ciência? Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência / Vinícius Carvalho da Silva. – 2016
241 f.

Orientador: Antonio Augusto Passos Videira.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
Bibliografia

1. Ciência e tecnologia – Teses. 2. Ciência – Filosofia – Teses.
3. Valores. Teses. 4. Utilitarismo – Teses.. I. Videira, Antonio Augusto Passos.
II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

CDU 53(091)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Vinícius Carvalho da Silva

Qual o valor da ciência?

Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Aprovada em 28 de Agosto de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira (Orientador)
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

Prof. Dr. André de Oliveira Mendonça
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Cristina de Amorim Machado
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Fernando Antonio Soares Fragozo
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Rodolfo Petronio
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2017

DEDICATÓRIA

À minha amada esposa. Sem ela esse trabalho não seria possível.

Meus pais, Marlene de Souza e Adilson Carvalho da Silva (*In memorian*).

Meus irmãos, Luciana, Adilson, Luan e Íris

Julia, que me elegeu como pai.

À Arthur e Alice, Sofia, Carolina, Lucas e Rafael.

A todos os colegas de IECTS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa que tanto me ouviu, ajudou, e estimulou. Minha mãe, parceira de leitura e minha introdutora no mundo das letras. Meu pai, *in memoriam*. Meus irmãos Adilson Carvalho da Silva, com quem tenho diálogos filosóficos intermináveis, minha irmã Luciana Carvalho da Silva e minha cunhada Vanessa Carvalho da Silva de Oliveira.

Ao meu orientador Dr. Antonio Augusto Passos Videira, pelas valiosas instruções, críticas, apontamentos e diálogos. Receba minha sincera gratidão.

Aos membros da Banca examinadora, pelo tempo e atenção despendidos.

Ao Programa de Pós-graduação em Filosofia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, seu corpo docente, e os colegas do corpo discente.

A André Carli Philot, pelos intensos diálogos filosóficos e a todos os amigos que participaram deste processo.

Ao Instituto de Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Tanto pela amizade de todos, quanto pela grande oportunidade de convívio e colaboração em ambiente plural com pesquisadores de diversas áreas.

Ao *International Masterclass Hands on Particle Physics*, do *International Particle Physics Outreach Group* e ao Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, especialmente à Dr^a. Marcia Begalli, pelos momentos de estudo, instrução e apoio, crítica e diálogo.

Ao Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, especificamente à Dr^a. Cristina Motta.

Ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas por disponibilizar seu acervo de *Physics Today* para pesquisa.

À Casa de Oswaldo Cruz da Fiocruz, pela acolhida e estrutura. Frequentar os cursos do PPGHCS e sua biblioteca foi muito útil para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Instituto de Pesquisas Nucleares, IPEN, especificamente ao Dr. Nélon Leon Meldonián, pela acolhida no mesmo.

À Dr^a. Cristina Buarque de Hollanda, do Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IESP/UERJ), e Paulo Pereira Moreira, pesquisador na Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, pelos diálogos, comentários, críticas e sugestões, todas importantes.

Finalmente à FAPERJ pelo fomento desta pesquisa, fundamental para a realização deste trabalho.

Como aqueles que anseiam pelo útil, e não pelo verdadeiro, poderiam submeter-se a tão rigorosa disciplina?

Pierre Duhem

Que valor podem ter a verdade, a beleza e o conhecimento quando as bombas de antracita estouram em torno de nós?

Aldous Huxley

RESUMO

SILVA, Vinícius Carvalho da Silva. *Qual o valor da ciência? Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência*. 2017. 241f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Neste trabalho assumimos que as ciências da natureza possuem pressupostos metafísicos e princípios axiológicos que se relacionam e se adéquam mutuamente. Partimos da hipótese de que a metafísica utilitarista da pesquisa científica na era da *Big Science* e da tecnociência empobrece o valor cultural e epistêmico da ciência, contribuindo para a comoditização da ciência e da vida. No primeiro capítulo verificamos como cientistas filósofos, como Poincaré, Heisenberg, Schrödinger e outros pensaram a relação entre metafísica e ciência, oferecendo uma resposta para a importante questão “Qual é o valor da ciência?”. No segundo capítulo abordamos as relações entre verdade e utilidade e pontuamos a tensão entre uma concepção de ciência centrada na ideia de seu valor epistêmico e cultural e outra, chamada de utilitarismo, conforme a qual o valor da ciência está na produção de utilidades práticas. Pontuamos, também, como o utilitarismo foi compreendido por diversos cientistas e filósofos como uma força de empobrecimento e degradação dos valores tradicionais da pesquisa científica. Passamos, então, a três estudos de caso nos capítulos subsequentes. O primeiro analisa como pressupostos metafísicos e princípios axiológicos podem ter sido decisivos na rejeição da teoria da fissão nuclear, de Ida Noddack, pelo grupo de Enrico Fermi, que propunha a existência dos transurânicos. O objetivo deste capítulo é ressaltar a imbricação entre física, metafísica e axiologia nos primórdios da *Big Science*, ao longo de uma década em que o utilitarismo começava a tornar-se dominante. No quarto capítulo investigamos os dez primeiros anos de *Physics Today*, considerada pelo *American Institute of Physics* como a mais importante revista de física do mundo. Nossa intenção é verificar como a tensão entre as duas concepções de ciência abordadas no segundo capítulo se expressa nas publicações da primeira década da revista. No quinto capítulo, apresentamos a concepção de ciência de José Leite Lopes, que transcende a dicotomia entre verdade e utilidade ao defender que a ciência deve buscar a verdade, lutar pelo bem e nos aproximar do belo. Ao final reforçamos uma imagem de ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta.

Palavras-chave: Ethos, Ciência e Valores, Utilitarismo, Metafísica da pesquisa científica, Epistemologia.

ABSTRACT

SILVA, Vinícius Carvalho da Silva. *What is the value of science? Metaphysics and axiology in era of Big Science and Technoscience*. 2017. 241f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

In this work we assume that the sciences of nature have metaphysical presuppositions and axiological principles that relate and mutually adhere to each other. We start from the hypothesis that the utilitarian metaphysics of scientific research in the era of Big Science and technoscience impoverishes the cultural and epistemic value of science, contributing to the commoditization of science and life. In the first chapter we look at how philosopher scientists such as Poincaré, Heisenberg, Schrödinger, and others thought the relationship between metaphysics and science, offering an answer to the important question "What is the value of science?" In the second chapter we discuss the relations between truth and utility and point out the tension between a conception of science centered on the idea of its epistemic and cultural value and another, called utilitarianism, according to which the value of science lies in the production of practical utilities. We also point out how utilitarianism was understood by many scientists and philosophers as a force of impoverishment and degradation of the traditional values of scientific research. We turn to three case studies in subsequent chapters. The first analyzes how metaphysical assumptions and axiological principles may have been decisive in rejecting Ida Noddack's theory of nuclear fission by Enrico Fermi's group, who proposed the existence of transuranics. The purpose of this chapter is to highlight the imbrication between physics, metaphysics, and axiology in the early days of Big Science over a decade when utilitarianism began to become dominant. In the fourth chapter we investigated the first ten years of *Physics Today*, considered by the American Institute of Physics as the most important physics journal in the world. Our intention is to verify how the tension between the two conceptions of science addressed in the second chapter is expressed in the publications of the first decade of the journal. In the fifth chapter, we present José Leite Lopes' conception of science, which transcends the dichotomy between truth and usefulness by arguing that science must seek truth, strive for good, and approach beauty. In the end we reinforce an epistemically centered and socially robust science image.

Keywords: Ethos, Science and Values, Utilitarianism, Metaphysics of Scientific Research, Epistemology.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	17
1	O VALOR DA CIÊNCIA.....	33
1.1	Poincaré e a questão “Qual é o valor da ciência?”.....	33
1.2	O valor da ciência entre Heisenberg, Schrödinger e outros físicos filósofos.....	51
1.3	Niiniluoto e uma ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta.....	68
2	BIG SCIENCE E TECNOCIÊNCIA UTILITARISTA: ERA DE OURO OU ÉPOCA DE CRISE?.....	81
2.1	Verdade e Utilidade.....	81
2.2	Big Science e Tecnociência.....	90
2.3	<i>Big Science</i> e a utopia tecnocientífica: Crepúsculo ou Aurora?.....	94
2.4	Hiperespecialização e o industrialismo como ethos.....	103
3	PRESSUPOSTOS METAFÍSICOS E PRINCÍPIOS AXIOLÓGICOS: O CASO DA FÍSICA NUCLEAR.....	118
3.1	O caso Fermi-Noddack.....	121
3.2	Breves considerações acerca do caminho até a fissão do núcleo atômico.....	122
3.3	A fissão do núcleo atômico.....	124
3.4	Fermi e os transurânicos.....	127
3.5	Ida Tacke Noddack e a proposta de fissão ainda em 1934.....	131
4	O VALOR DA CIÊNCIA E O ETHOS UTILITARISTA NA PHYSICS TODAY.....	142
4.1	Era das “Uniões”?.....	142
4.2	Tempo, espaço, sociedade e cultura: A <i>Physics Today</i> como expressão de sua época.....	144
4.3	A <i>Physics Today</i> e a unificação da física.....	148
4.4	O primeiro número.....	155
4.5	O primeiro editorial.....	161
4.6	Os primeiros dez anos.....	165
4.7	Reações aos acontecimentos de seu tempo.....	184

5	JOSÉ LEITE LOPES E A FÍSICA NO BRASIL: UMA RESPOSTA PARA A QUESTÃO DO VALOR DA CIÊNCIA.....	189
5.1	A física brasileira e um ideal de ciência.....	189
5.2	José Leite Lopes.....	196
5.3	A imagem de ciência epistemicamente centrada, socialmente robusta e politicamente engajada de José Leite Lopes.....	202
5.4	O cientista e o <i>ethos</i> da pesquisa científica: pensando a questão a partir de Leite Lopes.....	205
5.5	O valor da ciência: a busca por verdade, bem e belo.....	207
	CONCLUSÃO.....	219
	REFERÊNCIAS.....	225

PREFÁCIO

A intenção deste prefácio em primeira pessoa, antes do trabalho acadêmico formal, é esclarecer ao leitor um pouco de minha trajetória. Desde menino meu interesse pela astronomia, pela física, pelas neurociências, foi enorme. Sempre fui tão fascinado pela natureza, e pela ciência como modo de explorar seu mistério impenetrável e sua beleza inefável, que crescido, fui cursar filosofia. Sim. Por um lado não me imaginava suficientemente treinado em matemática para cursar as ciências naturais que tanto me seduziam, mas por outro, além disso, a filosofia natural exercia sobre mim enorme atração. A metafísica e a epistemologia, embora eu tivesse uma parca noção do que tais coisas realmente significavam, não me pareciam nem “fora” da ciência, nem demasiado limitadas. Muito pelo contrário, a filosofia se revelava para mim como parte intrínseca da ciência, ou era a ciência que eu entendia como uma parte indissociável da própria filosofia? Certamente a filosofia era menos específica, todavia, parecia-me mais profunda. Abordava problemas fulcrais, grandes questões. Eu não estava interessado em disputas disciplinares e institucionais. Queria fazer ciência, e, para tanto, sem o menor embaraço ou senso de contradição, fui estudar filosofia.

Nos primeiros anos de faculdade experimentei momentos de desespero e alegria. Percebi que boa parte do curso, por mais interessante e instrutivo que fosse, era distante de meu propósito inicial. Mas aproveitei tudo aquilo. Cultura geral e conhecimento filosófico nunca são demais, pensei. Uma formação ampla é sempre desejável. Ademais, ficava cada vez mais claro para mim que o estudo da filosofia antiga era de grande importância para a ciência de um modo geral, e que Lógica e Teoria do Conhecimento eram fundamentais para quem desejasse compreender a pesquisa científica. Foi um reencontro com meus propósitos quando comecei a estudar Filosofia da Natureza e Filosofia da Ciência. As disciplinas me apresentaram rapidamente ao século XX. Os problemas lógicos e epistemológicos da mecânica quântica e da relatividade me consumiam. Já havia devorado muitos livros de divulgação científica e estava a par, em linhas gerais, daquele período. A história de tais disciplinas estava sempre presente, mas não sua historiografia. Dedicava-me dias e noites a questões muito específicas de filosofia da física e lógica. Passei a assistir um curso de Cosmologia do Observatório Nacional e ler tudo o que podia sobre ciências. Por meses essa foi minha rotina. Minha fome de referências era tão grande que me levou a descobrir cedo demais que a biblioteca das Ciências Sociais – onde ficavam os livros e periódicos de filosofia – não me oferecia tudo o que eu precisava. Foi nessa época que percebi que inevitavelmente eu teria que frequentar diariamente o Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de

Janeiro. Passava os dias em sua biblioteca, que dispunha de muito mais livros de filosofia da ciência, além dos livros técnicos, com os quais eu também trabalhava, como quem não teme o desconhecido. Entre o final de minha graduação e o início do mestrado, ambos com trabalhos em filosofia da ciência, com foco nas questões epistemológicas e problemas lógicos da mecânica quântica, foi na Biblioteca do Instituto de Física que eu mais passei meu tempo.

Ainda não conhecia, realmente, Latour e Woolgar, ou Knorr-Cetina, por exemplo, mas entendia perfeitamente que, embora fosse grande o meu esforço, meus estudos solitários na biblioteca não eram suficientes – tateava sozinho em terra desconhecida, avançando penosamente. Eu precisava penetrar naquele mundo dos físicos e de algum modo participar dele, para observar como as coisas funcionavam. Comecei, então, a frequentar seminários e congressos de física. Chegava cedo e saía tarde. Não queria entender somente as práticas, mas o conteúdo dos eventos. Seria possível devassar círculos tão esotéricos? Alguns, eu tinha a impressão, sim, outros decididamente não. Mas eu devia tentar. Não desanimei. Em algum momento de 2008, em um importante congresso de física de altas energias na UERJ, já razoavelmente familiarizado com aquele ambiente e suficientemente desinibido para fazer perguntas entre as palestras, conheci a física de partículas Dr^a. Márcia Begalli. Ela apresentou um trabalho sobre um projeto promovido pelo *European Center for Nuclear Research*, o CERN, e o *International Particle Physics Outreach Group*, IPPOG, no Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da UERJ. No âmbito local, o projeto era, àquela época, voltado para estudantes de física, engenharia e ciências afins. Sua proposta era fazer com que seus participantes “colocassem a mão na massa” e aprendessem física de partículas fazendo física de partículas. Era preciso aprender a analisar eventos de colisão de partículas ocorridos no CERN operando o mesmo *software* que os físicos do CERN utilizavam. Não se tratava de aprender conceitos, somente, mas de praticar física experimental.

No início pensei em visitar o projeto e fazer uma observação participante, uma espécie de etnografia. Mas eu queria mais. Queria fazer o que todos faziam. E a Dr^a. Begalli não somente também o queria como me convenceu de que eu era capaz. Deste modo, me tornei o primeiro estudante da área de humanidades a “colocar a mão na massa” da física de partículas na versão brasileira daquele projeto do CERN. Aprendi a linguagem experimental. Quais eram os experimentos e como eram montados. Para que servia cada detector. Aprendi o modelo padrão de física de partículas – o suficiente para a atividade técnica de analisar e interpretar eventos manipulando o *software* do projeto. Analisava colisões próton-próton e classificava os subprodutos. Não bastava observar o que eles faziam, era preciso fazer o que estavam fazendo. Ao longo do ano de 2008 analisei centenas, senão milhares de eventos.

Passava as horas disponíveis identificando quarks, múons, elétrons, e perguntando, como o mundo inteiro, por onde andaria o bóson de Higgs. Frequentei o Departamento de Física Nuclear e Altas Energias avidamente. Por dois anos, mais ou menos, fui o “filósofo residente” do projeto, carinhosamente tratado como tal. A Dra. Begalli apresentou-me ao Dr. Jaime Fernando Villas da Rocha, físico e astrônomo, professor da UFRJ, com quem passei horas a fio estudando filosofia da ciência no Instituto de Física da UERJ. Ao final daquele período de “residência”, tinha que voltar minha atenção para o mestrado, e passei a colaborar com o projeto a distância. Permaneço em contato e em colaboração, e lá se vão dez anos.

Meu maior interesse sempre foi a filosofia da física, e, sobretudo, a filosofia dos físicos. Do mesmo modo, sempre estive mais propenso a estudar as teorias, conceitos, pressupostos, princípios e hipóteses físicas do que a experimentação, a observação, a medida. Mas a presença diária em locais de produção de conhecimento experimental me foi de grande aprendizado. Sempre que podia criava oportunidades para aprofundar tal contato com o mundo da experiência, embora fosse a teoria que me fascinava. Entre o final do mestrado e o início do doutorado fiz visitas ao Instituto de Pesquisas Nucleares, uma autarquia federal que funciona na cidade universitária da USP, em frente ao Instituto de Física. Acolhido pelo Engenheiro Nuclear e pesquisador do IPEN, Dr. Nelson Léon Meldonian, pude visitar as instalações do instituto algumas vezes, e passar o dia junto aos pesquisadores em certas ocasiões. Aproveitava também para visitar o Instituto de Física da USP e sua ótima biblioteca, onde podia avançar na pesquisa teórica.

Nos anos de *Hands on CERN*, estava sem dúvida a observar e interagir, a dialogar e coletar informações e impressões, mas, acima de tudo, meu lado epistemólogo não arrefecia. Aprendi que muitas vezes as bibliotecas dos institutos de pesquisa de física e áreas afins são mais úteis para o filósofo da ciência do que as bibliotecas de filosofia das universidades. Eu não estava somente em busca da observação de práticas, mas, sem dúvida alguma, buscava teoria, acesso ao conhecimento teórico, impresso em livros e periódicos guardados naqueles locais. Estava a consultar algumas obras de difícil acesso que utilizava em meus trabalhos de filosofia. Mas também estava a observar. Prestava atenção em tudo e todos. Sem a destreza e os métodos dos etnógrafos, mas com o máximo de interesse e atenção de que era capaz. Observava se minha hipótese (de que toda comunidade de praticantes de ciências possui uma metafísica e uma axiologia tácitas) se confirmava. Será que os pressupostos metafísicos e os princípios axiológicos de uma comunidade de praticantes são coisas assim tão veladas a ponto de serem inobserváveis, tão irrelevantes, a ponto de serem indetectáveis, ou tão artificiais, a ponto de serem deixadas do lado de fora de seus locais de trabalho, como se os praticantes de

despisessem de suas crenças pela manhã ao chegarem ao trabalho, como se suas práticas cotidianas fossem filosoficamente neutras? Será que são coisas da “cabeça” dos filósofos? Estava não somente a observar cientistas, mas a fazer ciência, verificando em que medida as práticas observadas, os diálogos travados, as falas espontâneas, ou as respostas a minhas pequenas “entrevistas” informais refletiam alguma metafísica e algum *ethos*. Essa era minha maior motivação.

Que fique claro, portanto, que não nego a importância da ida ao laboratório ou da observação minuciosa do cotidiano dos praticantes em seus locais de trabalho. Minha trajetória é prova do quanto valorizo as práticas e os locais, bem como a observação. Todavia, me incomoda bastante toda vez que leio coisas do tipo “o laboratório é o *locus* da produção do conhecimento científico” ou “a observação das práticas cotidianas nos permite entender a ciência tal como ela realmente é feita”. Ora, primeiro, não há a ciência, mas ciências. Seria muito ingênuo e reducionista pensar que do fato de observarmos por cinco anos as práticas em um laboratório de microbiologia passamos a entender como pensam, o que pensam e o que fazem os astrônomos, os geólogos, os matemáticos e os físicos de *strings*. Se existir alguma coisa que perpassa todas essas áreas, não acredito que possa ser detectada pela observação isolada em um laboratório específico de uma especialidade particular. Segundo, em tais abordagens, o que os cientistas pensam que fazem, seus discursos, filiações, concepções filosóficas e compromissos axiológicos, valores, tendem a ser ignorados. Se o cientista diz “estou fazendo *x* por causa do princípio de falseamento de Popper”, o observador pensa “ele diz que sua motivação é Popper, mas ele não sabe do que está falando. Ele está afetado pela epistemologia tradicional, ele é um internalista ingênuo, e é incapaz de explicar a própria prática e entender suas próprias motivações. Deixe-me observar para ver do que realmente se trata”. Assim, se está sempre buscando entender algo sobre a prática da ciência que o praticante daquela ciência não entendeu. Alguma causa oculta. Um dia, certamente, pelo princípio de reflexividade, deverá surgir o metaetnógrafo, que observe os etnógrafos que observam os físicos ou químicos, e que seja capaz de explicar aos etnógrafos as práticas da etnografia, e *reductio ad infinitum*, deverá surgir o metametaetnógrafo...

De minha parte, não crio dicotomias entre ideias e ações, pensamentos e práticas, e creio que tentar entender o que um grupo pensa é parte importante do processo de compreensão do que ele faz, do porquê ele faz o que faz, e como. Por último, me parece absolutamente falsa, ou no mínimo inconsequente, sensacionalista, reducionista ou muito mal formulada, qualquer assunção do laboratório como o *locus* da prática científica. Certamente é um *locus*, um dentre outros. Nesse caso usa-se o artigo indefinido “um” e não o artigo definido

“o”. A ciência é igualmente feita no escritório, no gabinete, e na biblioteca, no observatório e no auditório. Que se valorize a experiência e o laboratório, tão esquecidos pelos epistemólogos tradicionais, mas não se esqueça da teoria, do quadro negro, da sala de aula, das equações rascunhadas em uma folha de papel. A casa da ciência, mui claramente, tem muitas moradas. Para se conhecer melhor umas, não é necessário ignorar as outras. Se um dia o teorocentrismo nos impediu, filósofos, de valorizar a experimentação, a solução não está agora em um laboriocentrismo que nos impeça de valorizar a teoria.

É evidente que as fronteiras disciplinares são inegáveis e em alguma medida mesmo úteis, mas nunca as tive em grande consideração e penso que podem se tornar – e com frequência isso acontece – verdadeiros obstáculos espirituais. Em meu ideal de vida intelectual, não somente era possível, como absolutamente necessário transitar livremente da filosofia para a física, para a história e a sociologia, a psicologia e a antropologia, etc. Causa-me espanto, e medo, pensar que é possível passar a vida inteira “trancado” em uma disciplina, sem participar de um movimento intelectual mais amplo, em diálogo profissional franco, aberto, direto e constante com colegas de diversas outras áreas. Há muitos anos percebi isso. Tal percepção me foi tão forte que eu passava mais tempo no Instituto de Física no projeto do CERN, onde podia conversar com colegas da física, da engenharia, das ciências da computação e astronomia, do que no próprio Instituto de Filosofia. Neste sentido, foi verdadeiramente um alento, um sopro de renovação e uma fonte de inspiração quando, já no doutorado, fui convidado pelo Dr. Antonio Augusto Passos Videira para integrar o grupo de pesquisa ECTS oficializado junto ao CNPq, hoje chamado de Instituto de Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Primeiro porque o próprio Antonio Augusto era aquele tipo de filósofo que eu tanto considerava necessário. Ele possuía sólidos conhecimentos tanto da física, quanto do mundo dos físicos, de sua história e dinâmicas sociais. Estivera no *Max-Planck Institut fuer Elementarteilchenphysik* onde pesquisou os arquivos Werner Heisenberg e trabalhara por longo tempo em institutos de pesquisa científica, como o Observatório Nacional, e há anos estava no CBPF, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro, onde o grupo se reunia. Fiquei extremamente satisfeito e realmente feliz, quando constatei que o grupo formava um ambiente intelectual plural, no qual profissionais de diversas áreas, como física, cosmologia, química, biologia, sociologia, história, comunicação e filosofia, conviviam, dialogavam e criavam algo, juntos, sem limitações disciplinares. Quando podemos trabalhar dialogando de modo livre e frutífero com tantas áreas do conhecimento, vemos como tantas partes – que merecem ser estudadas em seus locais de produção – podem integrar um todo, que não deve ser ignorado.

O IECTS possuía uma parceria com a UFRJ por meio da Dra. Cristina Motta. Ministrando aulas de filosofia da ciência, pelo IECTS no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, para turmas de pós-graduação, pude, mais uma vez, estar em contato com pesquisadores de diversas áreas ao mesmo tempo. Biologia, biofísica, bioquímica, microbiologia, farmacologia, toxicologia, entre outras. Mais uma vez, estava ali com duplo propósito: Transmitir os conteúdos de filosofia da ciência a que me propunha, é claro, mas também observar minuciosamente, com máximo interesse e atenção, tudo o que esses pesquisadores tinham a dizer sobre como viam a ciência, a natureza da ciência, seus valores, suas práticas, seu dia a dia, seus objetivos, etc. Nos últimos três anos participei desse projeto, e pude ensinar alguma coisa, e aprender muito mais, ouvindo com atenção o que esses cientistas pensavam sobre ciência e seus valores. O fato de minha aula ser sobre axiologia da pesquisa científica me permitia constatar e confirmar as impressões de cientistas de variadas disciplinas, a testemunhar suas angústias e ouvir suas confissões. Ao mesmo tempo em que lecionava, a disciplina na Biofísica da UFRJ constituía um laboratório para mim, por meio do qual eu podia observar dezenas de pesquisadores de diversas áreas, verificando o que pensavam sobre a questão axiológica acerca dos valores da pesquisa científica, e da grande questão que me guiava: “Qual é o valor da ciência?”.

Mais uma vez minha abordagem destoava de alguns estudos de laboratório que menosprezam o discurso ordenado, deliberado, e focam nas práticas desordenadas (espontâneas), criando uma barreira intransponível e uma dicotomia invencível entre o que as pessoas pensam, percebem e sentem, e o que elas “realmente” fazem quando estão vestidas com jaleco branco e têm seus plexos encostados na bancada. Essas “abstrações” de jaleco são pessoas e não autômatos; possuem concepções gerais, amplas, mesmo que difusas ou confusas, acerca do que fazem e de como deveriam fazer, e tal vida interior também deve ser objeto de pesquisa se quisermos levar em conta toda a complexidade das múltiplas dimensões que estão em jogo na produção da ciência. Sendo assim, aproveitei esses encontros para falar, e para ouvir. E o que ouvi confirmava a minha hipótese de que, seja de modo consciente e deliberado, ou de modo tácito, subjacente e não elaborado, aqueles pesquisadores compartilhavam pressupostos metafísicos e princípios axiológicos. Ouvi que também eles percebiam que as práticas científicas possuem valores, um *ethos*, e que tais valores vinham sendo manipulados, transgredidos e transformados por questões macrossociais, políticas e econômicas, e que eles estavam infelizes, preocupados e decepcionados com tudo isso – que se sentiam usados, e, em alguns casos fortes, enganados e mesmo manipulados por interesses que não consideravam compatíveis com os valores da ciência. Nos três anos de curso, posso

dizer que essa posição era tomada por mais de 95% dos participantes. Uma pequeníssima minoria não se mostrava insatisfeita e preocupada com a presença de determinados interesses econômicos e políticos na pesquisa científica. Percebi, então, mais uma vez, que tal questão não era uma mera especulação de epistemólogos, mas um problema real, uma farpa, ou espinho, que incomodava certas comunidades de pesquisadores. Bastava criar a oportunidade para que eles falassem o que pensavam e sentiam acerca da ciência para que eles o dissessem sem rodeios.

Minha experiência com vários físicos me mostrou que muitos estão preocupados. Minha trajetória, ainda que inicial, foi me ensinando aos poucos que, para muitas comunidades científicas, as coisas não vão tão bem assim, alguma “crise” da cultura está reduzindo cientistas a gerentes e técnicos, e nem todos estão satisfeitos com isso, e o problema não é local, mas global, está mais ou menos distribuído por toda parte, porque todos seguem os mesmos modelos de política científica. O problema, enfim, é social e político, mas não emerge do nível administrativo ou operacional. Suas raízes se estendem à metafísica e à axiologia. Nunca foi tão importante, portanto, fazer filosofia da ciência. Ao mesmo tempo, a filosofia da ciência tradicional nunca foi tão ineficaz. É preciso buscar uma abordagem complexa, multidimensional, que transite livremente entre diversas áreas. Esse trabalho busca possuir e expressar esse espírito.

INTRODUÇÃO

Pergunto-me se nossa concepção do que é útil não se tornou muito limitada diante das possibilidades caprichosas e cambiantes do espírito humano.

Abraham Flexner

Toda prática científica possui uma metafísica que lhe é fundamental e inevitável. Esta metafísica é um conjunto de pressupostos básicos acerca da natureza da realidade e do conhecimento, e, portanto, da ciência mesma, e orienta as práticas de pesquisa, mesmo que tacitamente, e de modo sutil. A metafísica da ciência não somente se relaciona ou favorece um *ethos*, como é ela mesma, uma axiologia. De acordo com a base metafísico-axiológica da prática científica, respondemos as questões acerca do valor da ciência, de sua importância epistêmica, social, cultural e política, a questão acerca do *ethos* da ciência, e sobre a quem “pertence” a ciência. Ao se assumir um conjunto de pressupostos metafísicos, firma-se, conseqüentemente, o compromisso com uma série de princípios axiológicos. Sendo assim, deve-se compreender a metafísica *como uma força de orientação*, ou seja, uma resposta acerca da questão do sentido e do valor da ciência, capaz de nortear sua prática e indicar sua axiologia¹.

Neste trabalho argumentamos que a partir da convergência entre ciência, técnica e capitalismo, e com a emergência da *Big Science* e da tecnociência no século XX, a ideia de ciência como um fim em si mesmo caiu, senão no ostracismo, ao menos no limbo das noções filosóficas, tendo sido substituída por uma metafísica utilitarista e um *ethos* gerencial-corporativo. Argumentamos que se faz necessário fomentar modelos alternativos de prática

¹ Ao longo desse trabalho *ethos* deve ser lido como sinônimo de “sistema axiológico”, e ambos como “conjunto de valores”. O *ethos mertoniano* (CUDOS), cujo significado veremos à frente não representa, nesta pesquisa, “o” *ethos*, mas “um” *ethos*, dentre tantos outros. O que é comum aos sistemas axiológicos propostos por autores críticos do utilitarismo é a ênfase de que a pesquisa científica não *deve ser* reduzida a um modo de produção tecnocapitalista, isto é, não deve ser pensada como um meio para fins econômicos. Isto não significa que os proponentes de tais axiologias fossem ingênuos e não soubessem descrever a ciência tal como *é*, pois, afinal, o propósito axiológico, mui consciente e propositalmente não é descritivo, possuindo, claramente, “alguma” normatividade. Se alguém pensou um *ethos* não foi para nos dizer como a ciência *é*, mas como *deve ser*. Propomos que, de um modo geral, os autores que citaremos nesse trabalho conheciam muito bem a ciência tal como era praticada em seu contexto histórico, sabiam muito detalhadamente, a partir da própria experiência, que a ciência então praticada não respeitava aqueles valores que julgavam centrais, e por isto mesmo, como reação a tal estado de coisas que tanto os preocupava, é que elaboraram uma axiologia, não para descrever como a ciência *é*, mas para prescrever como *deveria ser*. Queremos assim “desmistificar” a ideia de que os proponentes de sistemas axiológicos desconhecem “a ciência tal como é”. É justamente por conhecerem a ciência tal como é, e preocuparem-se com isto, que se sentem impelidos em oferecer uma alternativa de como ela deveria ser. Uma axiologia, portanto, não fala de fatos, mas de valores, não trata da “ciência atual”, mas de “ciências possíveis”. Para tanto, ao invés de ignorar as descrições, é preciso partir delas – é preciso partir de descrições arrojadas para elaborar prescrições viáveis e igualmente “complexas”, isto é, possibilidades que não sejam “etéreas” e inviáveis, mas que possam se revelar como “práticas alternativas” aos modelos hegemônicos.

científica que representem opções viáveis ao modo hegemônico de produção do conhecimento, e que tais modelos podem ser ensejados pela colaboração espontânea, epistemicamente centrada, socialmente robusta e institucionalmente arrojada entre pesquisadores de diversas áreas que compartilhem da compreensão de que o utilitarismo, embora seja enriquecedor para as grandes corporações na atual fase do capitalismo, é um elemento empobrecedor para a cultura.

Comprendemos o utilitarismo como uma força de empobrecimento espiritual da cultura. Não compartilhamos o entusiasmo otimista daqueles para os quais o mundo está bem, as pessoas estão felizes, a ciência, estandarte do progresso e bem-estar, vive uma fase áurea. Nem minimizamos o valor cultural da ciência, como se pedir da ciência mais do que a utilidade prática fosse pedir muito. Partimos dos pressupostos de que vivemos uma época atribulada e instável, e mesmo perigosa, e de que a ciência é uma atividade intelectual e cultural criativa, e não somente técnica, burocrática e econômica. Não cremos ser exagero falar em crise daquilo que entendemos por civilização ocidental – uma crise de sentido e de valores, mas com claros impactos políticos, sociais e ambientais. Concebemos que o utilitarismo é a base metafísico-axiológica da *Big Science* e da tecnociência², uma imagem de ciência como um meio de expansão e consolidação do tecnocapitalismo, através da contínua geração de inovação e tecnologia. Esta metafísica não deve ser tida como necessária e inevitável para toda e qualquer prática científica, como um dado absoluto, não deve ser naturalizada como se sua hegemonia fosse uma necessidade lógica ou natural. Ela é o resultado epistêmico, político e cultural de processos históricos e sociais³. Deste modo, outras metafísicas são igualmente possíveis.

Em um mundo dominado pelas corporações, em que a cidadania foi reduzida à integração do indivíduo no mercado consumidor, fenômenos complexos e diversos estão em curso: comoditização da ciência, empresalização da universidade, crescimento de um *ethos* utilitarista, produtivismo acadêmico, medicalização da sociedade e da vida, desaparecimento do homem de ciência como intelectual, universitário (no sentido mais amplo da ideia), e sua redução ao técnico, de um modo geral, e ao gerente, no caso dos mais hábeis. Essa tese não

² No capítulo 2 discutiremos especificamente o que entendemos por *Big Science* e tecnociência.

³ Neste sentido, acreditamos que a metafísica da ciência, como a própria ciência, não pode ser pensada em separado da cultura e da sociedade. Corroboramos, assim, a visão apresentada por Rafael de Oliveira Vaz, Mariano David e Antonio Augusto Passos Videira (2015): “Teorias, experimentos e conceitos científicos mudam de significado, conforme a ciência sofre alterações de natureza científica, tecnológica, social, cultural ou histórica. A ciência não está apartada dos locais e momentos em que é praticada; não está isolada da sociedade que a produz”. VAZ, Rafael de Oliveira; DAVID, Mariano; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Para medir o mundo e suas coisas*. Revista Ciência Hoje/Edição 334. Disponível em: <<[>>](http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/1009/n/)

busca discutir se o mundo vai bem, ou não, mas se constrói a partir da assunção de que isto não é o caso. Nossa concepção de mundo, portanto, permeia toda a tese como um pano de fundo. Nosso ideal de civilização não utilitarista, em que a busca pelo verdadeiro, pelo bom e pelo belo são valores culturais elevados não é algo que deva ficar apenas subentendido.

Nosso trabalho pressupõe, também, que não é pedir demais que a ciência seja algo além do que um meio estratégico de satisfazer os interesses financeiros utilitários das grandes indústrias. O que nos restou no século XXI, como força de orientação e resposta para a questão do sentido? A quantos milímetros pairamos do niilismo? Claro que devemos reconhecer que a ciência, posto que seja uma atividade social e política, nunca foi pura, sacrossanta, etérea, mas radicalismo semelhante seria reduzi-la aos antônimos de tais noções. Por que passar de um extremo a outro?

Em síntese, nossa tese busca partir de boas descrições para prescrições viáveis. Isso significa, por meio de uma abordagem complexa em filosofia das ciências, identificar qual é a base metafísico-axiológica dos modelos hegemônicos de prática científica, para então, defender que a filosofia deve resgatar, em grau suficientemente arrojado e sensato, alguma normatividade capaz de contribuir para a construção de imagens de ciência que sejam mais prolíficas e fecundas, de acordo com os nossos interesses. Que tais contribuições sejam feitas por filósofos ou físicos, químicos ou historiadores, sociólogos ou biólogos, é o que menos importa. O fato é que qualquer imagem de ciência complexa e arrojada que possa se concretizar como uma prática alternativa em curso deve ser fruto de uma coletividade, de interações microssociais multidisciplinares, e não uma produção tradicional de filósofos para filósofos, pois, assim sendo, estaríamos navegando mais uma vez pelos mesmos mares de sempre.

Deste modo, cremos que grupos de pesquisa, associações voluntárias, pequenas sociedades científicas, mais do que propor valores alternativos, podem encarná-los, mas do que elaborar grandes prescrições etéreas, podem concretizar outra base metafísico-axiológica por meio de suas práticas em curso. Certamente parecerão iniciativas insignificantes. Mas então nos lembramos das palavras de Mokiti Okada quando diz que até mesmo um grande plano tem início em um pequeno modelo. Nesse trabalho, valorizaremos esses pequenos modelos. A vida e o pensamento de cientistas que, muito embora pudessem ser minoria, nos deixaram como legado certos ideais que valem a pena ser lembrados.

Hipótese

Ao longo do século XX o utilitarismo tornou-se a base metafísico-axiológica da pesquisa científica, enfraquecendo seus valores morais e seu valor cultural.

Pressupostos e objetivos

Nossa tese é elaborada por meio de um encadeamento lógico entre pressupostos e objetivos:

Pressupostos

P₁: Toda prática científica possui uma metafísica.

P₂: Toda metafísica pressupõe ou produz uma axiologia.

P₃: Essa combinação entre metafísica e axiologia oferece uma resposta para a questão “Qual é o valor da ciência?”. E tal resposta revela como determinado indivíduo ou grupo pratica ciência.

Objetivos

O₁: Demonstrar o conflito histórico entre dois sistemas metafísico-axiológicos: o epistemicismo e o utilitarismo. Duas respostas distintas para a questão do valor da ciência.

O₂: Demonstrar que o utilitarismo predominou ao longo do século XX com o aparecimento da *Big Science* e da tecnociência, motivo de preocupação de muitos cientistas e filósofos.

O₂: Realizar uma crítica do utilitarismo promovendo uma abordagem complexa em Filosofia da Ciência que seja uma alternativa ao descritivismo em voga.

Pressupostos metafísicos e princípios axiológicos

O físico não estuda a natureza porque é útil, estuda porque se deleita com ela, e se deleita porque é bela.

Henri Poincaré

Mas o que entendemos por metafísica? Primeiro entendemo-la como conjunto de pressupostos fundamentais, básicos, acerca da natureza da realidade e do conhecimento. E também como “força de orientação”, algo que oferece respostas para a questão do sentido. Pressupostos metafísicos e princípios axiológicos estão amalgamados de modo profundo. Defendemos que há um princípio de compatibilidade entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos. Os valores correlatos compatíveis formam aquilo que chamamos de *ethos* dos praticantes de ciências⁴. Os praticantes de ciências responderão as questões “qual é o valor da ciência, como ela deve ser praticada e para quem?” de acordo com esta base metafísico-axiológica.

Esse trabalho assume que não há dicotomia entre a dimensão intelectual, metafísica e axiológica da ciência, e sua dimensão social, política, prática e cotidiana. Os valores não estão esculpados no altar de nenhuma catedral etérea, mas no modo de pensar, ser e fazer dos praticantes. Se assumirmos “verdade” e “beleza”, como pressupostos metafísicos centrais, os valores correlatos compatíveis devem ser algo como publicidade, honestidade, etc. Ora, fraude, segredo, engodo são “valores” contrários ao ideal de verdade. Se assumirmos a utilidade prática como pressuposto metafísico central, os valores correlatos também variarão, pelo princípio de compatibilidade. No lugar da publicidade, por exemplo, podemos ter o segredo. Junto com a honestidade, podemos ter a competitividade, ou a honestidade pode simplesmente deixar de ser um valor central.

O utilitarismo se opõe à visão epistêmica da ciência, de acordo com a qual, em sua versão mais radical e vulnerável, a pesquisa científica é uma busca da verdade e do conhecimento desinteressado. O utilitarismo é contrário à concepção de que o conhecimento científico seja um fim em si mesmo. Trata instrumentalmente a ciência como um meio para fins econômicos, políticos e sociais. Concebe a natureza como um laboratório industrial onde

⁴ Tal noção de *ethos* é próxima daquela noção de “situação cultural” de uma “comunidade de cientistas”, que, conforme Maria Helena Soares (2016), Bachelard defendia: “Ser um químico é colocar-se numa situação cultural, ocupando um lugar, incluindo-se numa categoria, numa cidade científica nitidamente determinada pela modernidade da investigação. Todo indivíduo é um anacronismo” (BACHELARD, 1990, p.11). Para Bachelard, ser um cientista, a partir da modernidade, pressupõe uma formação e uma prática comuns a um grupo determinado. A história das ciências não resulta apenas, portanto, da genialidade de indivíduos, pois cada cientista, seja ele um Einstein ou um estudante, constitui uma parte do todo que é a comunidade científica. Neste sentido, a especialização que orienta a cidade científica é também aquilo que nos impede de pensar a cidade científica anterior ou alijada a aspectos sociais, uma vez que a atividade científica só se faz a partir de e para uma comunidade. Ver: SOARES, Maria Helena. *O aspecto social das ciências e a defesa da educação: Uma leitura contemporânea da epistemologia histórica de Gaston Bachelard*. Em *Construção*. < ano 1 n. 1 • pags. 51 - 68 >. p, 53.

podemos criar fenômenos, produzi-los e comercializá-los. Consolida valores como “segredo”, “privatização”, “competitividade”, “lucratividade”, favorecendo ou produzindo:

- I. Comoditização da ciência;
- II. Empresalização da educação;
- III. Produtivismo (Na universidade e na pesquisa como um todo);
- IV. Achatamento e planificação do mundo (mundo como mercado global);
- V. Importação das agendas dos países desenvolvidos pelos subdesenvolvidos;
- VI. Homogeneização das políticas científicas nacionais;
- VII. Empobrecimento da cultura, redução da cultura à mercadoria, do conhecimento à *commodity*, do cidadão ao consumidor, do cientista ao técnico ou ao executivo/administrador.

Não poderemos tratar de cada um desses itens neste trabalho. Eles podem aparecer em um momento ou outro, mas nos limitaremos a analisar a presença de interesses utilitários na pesquisa científica que podem modificar (ou já tê-lo feito) seu sistema axiológico.

A filosofia não pode se limitar a descrever “a ciência tal como ela é”, ela deve ser ativa na construção do debate de como a ciência *deve* ser. Para tanto, a filosofia não pode isolar-se. A ideia de que podemos, e devemos, nos ater a descrição de como a ciência é feita é um modo disfarçado de endossar o *status quo*. É uma pseudoneutralidade. Muitas imagens de ciência são possíveis, e cada qual é mais ou menos prolífica de acordo com determinados interesses. Todavia, isso não significa romper com as descrições. Precisamos partir de boas descrições para novas construções viáveis acerca de como a ciência *deve ser*. Ou seja, acreditamos em um princípio de que bons prognósticos são possíveis somente a partir de bons diagnósticos. A terapia depende de ambos. Não nos superestimamos e acreditamos que podemos oferecer tais elementos, mas pensamos que podemos contribuir em tal processo.

Nenhuma imagem de ciência é uma necessidade lógica ou natural, a ponto de anular quaisquer outras. Todavia, as imagens não são todas equivalentes, pois cada grupo pode, de acordo com seus interesses, assumir determinados critérios a fim de privilegiar uma imagem de ciência em detrimento de outras. A imagem que nos interessa mais é a que privilegia o valor cultural da ciência, a metafísica como força de orientação, o ideal de formação, a prática científica como capaz de nos oferecer algo além de utilidades práticas e *commodities*, uma imagem que possa propor uma ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta, que supere a dicotomia entre meios e fins.

Somente por meio de uma abordagem complexa a filosofia das ciências pode (a) chegar a uma boa descrição das práticas científicas e (b) contribuir para a construção de

imagens de ciências alternativas aos modelos hegemônicos, reforçando suas bases metafísico-axiológicas. É fundamental que os estudos de ciência combinem filosofia com quantas áreas de pesquisa sejam necessárias para a obtenção de um conhecimento mais arrojado e menos superficial. Ora, se a ciência é eivada por interesses, a filosofia da ciência não é menos interessada. É preciso que o epistemólogo reconheça que integra um campo mais vasto, junto com a história das ciências, a sociologia das ciências, a antropologia, etnografia, política e psicologia, etc.

O utilitarismo

Neste trabalho entendemos o utilitarismo como a concepção de que o valor de alguma coisa pode ser medido por sua utilidade prática, e a utilidade prática como aquilo que pode receber um valor de mercado⁵. Em termos mais amplos, e mais fortes, uma cultura, ou *ethos* utilitarista, seria próprio de uma sociedade que negligencia o que quer que seja cujo valor é “apenas” abstrato, estético, teórico, intelectual, e reconhece como importante aquilo que pode ser produzido, comoditizado e empregado para satisfação de demandas básicas ou supérfluas, muitas das quais criadas pelo próprio mercado.

O que é a utilidade prática? De um modo geral aquilo que não é um fim em si mesmo, mas que é feito somente pelo ganho prático ou vantagem econômica que pode trazer. Outra maneira de dizer seria afirmar que o utilitarismo preza pela *quantitas* em detrimento da *qualitas*, definição que seria um tanto quanto vaga, ou simplesmente que no utilitarismo o valor das coisas é seu valor monetário, que vale aquilo que dá lucro, seja uma máquina, um software, um satélite, uma bomba, uma tecnologia biomédica, uma arma nuclear, um agrotóxico, ou uma estratégia de entretenimento como um filme de ação. A utilidade, nesse sentido específico, é aquilo que serve para alguma coisa, e essa coisa é o lucro. Aquilo que serve para alguma coisa serve para alguém. Esse “alguém” se refere, na maior parte dos casos, às corporações globais e aos mercados regionais⁶. Neste sentido, a diferença que traçamos entre o que conta como utilidade em uma axiologia utilitarista e o que conta como utilidade

⁵ Utilizamos o conceito de “utilitarismo” com um significado menos usual do que seu célebre uso no contexto da filosofia moral inglesa.

⁶ Não pensamos aqui o Estado como algo contrário ou externo ao mercado global. Pelo contrário, conforme Habermas e Bauman, pensamos que Estado e Mercado são parceiros estratégicos, com interesses imbricados.

em uma axiologia epistemicista é consoante com aquela oferecida por Nuccio Ordine em *A utilidade do inútil*⁷:

O oxímoro evocado pelo título deste livro merece ser esclarecido. A utilidade paradoxal à qual me refiro não é aquela em nome da qual os saberes humanísticos e, de modo mais geral, todos os saberes que não trazem lucro são considerados inúteis. Numa acepção muito mais universal, coloco no centro das minhas reflexões a ideia de utilidade daqueles saberes cujo valor essencial está completamente desvinculado de qualquer fim utilitarista. Há saberes que têm um fim em si mesmos e que – exatamente graças à sua natureza gratuita e livre de interesses, distante de qualquer vínculo prático e comercial – podem desempenhar um papel fundamental no cultivo do espírito e no crescimento civil e cultural da humanidade. Nesse sentido, considero útil tudo o que nos ajuda a nos tornarmos melhores. Mas a lógica do lucro solapa as bases das instituições (escolas, universidades, centros de pesquisa, laboratórios, museus, bibliotecas, arquivos) e disciplinas (humanísticas e científicas) cujo valor deveria coincidir com o saber em si, independentemente da capacidade de produzir ganhos imediatos ou benefícios materiais (ORDINE. 2016, p. 09).

Em uma metafísica não utilitarista, “útil” é aquilo que contribui para nossa evolução espiritual, para o florescimento de uma rica e abrangente cultura de ciências, artes e letras, para o aprofundamento dos valores humanísticos que sustentam uma sociedade que clama por justiça, que cultiva a verdade, o bem e o belo. Já no utilitarismo, “útil” é a *commodity*. Queremos enfrentar a seguinte questão: Poderá o conhecimento científico ser produzido em um sistema com *ethos* utilitarista? Podem as ciências ser praticadas, comoditizadas e empregadas como uma etapa estratégica dessa logística corporativa? Nossa resposta é sim. Esse é um pressuposto assumido. Não queremos saber se isso acontece, mas como acontece. E além, não somente a ciência pode se tornar utilitarista como isso pode significar que a cultura em sentido amplo, pode ser utilitarista, ou sofrer com o utilitarismo.

Em sua obra, Ordine critica a cultura que só visa o lucro e a utilidade prática. Ao comentar seu livro, o filósofo disse que a cultura humanística da Europa perdeu seus valores, que as artes e ciências sofrem com falta de fomento em um mundo que valoriza o ganho imediato por meio do consumismo superficial, e que uma Europa assim está destinada ao naufrágio. A civilização utilitarista que visa somente ao lucro e despreza a utilidade do inútil está caminhando a passos largos em uma rota autodestrutiva.

Uma leitura apressada do seu livro pode sugerir aos incautos que Ordine endossa a dicotomia entre ciências humanas e naturais e levanta um manifesto a favor dos clássicos e das humanidades. Todavia, seria um engodo pensar isso. Em uma visão ampla de cultura, o filósofo não separa as ciências em caixas estanques, dividindo o saber em especialidades isoladas. Para Ordine, todo o campo do conhecimento sofre com o avanço do utilitarismo:

⁷ ORDINE, Nuccio. *A utilidade do Inútil – um manifesto*. Luiz Carlos Bombassaro (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

O perigo hoje não está só nos cortes que atingem as ciências humanas, mas também nos que atingem a ciência fundamental. Foi a pesquisa básica que criou as grandes revoluções da humanidade. Alguns trabalhos, que pareciam inúteis em certa época, tiveram resultados que mudaram a história da humanidade. Por exemplo, na década de 1950, na Inglaterra, o governo anunciou que cem projetos de pesquisa seriam financiados. Só um não era um produto para o mercado. Os únicos professores que receberam dinheiro para fazer pesquisa básica se chamavam James Watson e Francis Crick. Eles descobriram a molécula do DNA. No meu livro, coloco as ciências e as humanidades juntas. Os homens de ciência e os humanistas devem caminhar juntos para defender seus campos do utilitarismo (ORDINE, 2016)⁸.

Ordine ressalta que humanistas e cientistas devem lutar no mesmo *front* contra o utilitarismo. Um de seus sintomas mais evidentes, para o autor, são os investimentos pífios que a pesquisa básica recebe em relação à pesquisa aplicada cujo objetivo é desenvolver um “produto” capaz de ser explorado pelo mercado. O filósofo argumenta que sem a pesquisa fundamental, comercialmente desinteressada, não teríamos as maiores revoluções teóricas da história da ciência, revoluções essas que permitiram aplicações em algum momento posterior. O rádio inventado por Marconi não seria possível sem as pesquisas básicas de Maxwell e Hertz, e se ambos fossem perguntados para o que serve o rádio, eles diriam, àquela altura, que para nada além da expansão dos limites do conhecimento natural⁹. De fato Maxwell considerava que a ciência avança não por suas descobertas e inovações, mas por instilar nas mentes humanas uma orientação pelo pensamento científico¹⁰. Helmholtz escreve no prefácio aos *Princípios de Mecânica* de Hertz que, embora em um primeiro momento o jovem cientista tenha se inclinado para a engenharia, com o amadurecimento ele tornou-se um apaixonado pela teoria física, que somente a verdade o interessava, e o próprio Hertz diz que o valor de seu trabalho está na imagem filosófica que faz da mecânica, buscando construir uma imagem da natureza que fosse simples e unificada¹¹.

⁸ A vinda de Ordine ao Brasil despertou grande interesse da imprensa, e o mesmo concedeu entrevistas a veículos de comunicação em massa. Apesar de não serem fontes usuais de pesquisa acadêmica em Filosofia, vale a pena consultar tais entrevistas, pois constituem uma documentação das ideias defendidas publicamente pelo autor em sua passagem pelo país. O trecho acima foi retirado de uma entrevista ao ‘Jornal O Globo’ realizada por Leonardo Cazes em 27 de fevereiro de 2016. Ver: O GLOBO. Entrevista com Nuccio Ordine. <<<http://oglobo.globo.com/cultura/livros/a-unica-coisa-que-nao-pode-ser-comprada-o-saber-diz-nuccio-ordine-18757833>>>.

⁹ Ver: FOLHA DE SÃO PAULO. Entrevista com Nuccio Ordine: <<<http://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2016/03/1746420-o-conhecimento-e-um-valor-em-si-defende-o-italiano-nuccio-ordine.shtml>>>.

¹⁰ MAXWELL, James. C. *Grove’s correlation of physical forces*. In: NOVEN, W. D. *The scientific papers of James Clerk Maxwell*. Cambridge: Cambridge University Press, 1890. v. 2.

¹¹ HERTZ, Heinrich. *Física Mecânica e Filosofia*. Antonio Augusto Passos Videira e Ricardo Lopes Coelho (Org.); Gabriel Dirma Leão (Trad.). Rio de Janeiro: Eduerj, 2012.

Conforme Ordine, o utilitarismo é insustentável, autoimplosivo, pois porque ao limitar tanto a pesquisa fundamental e desinteressada para favorecer a pesquisa aplicada, acabará por inviabilizar a pesquisa aplicada futura, pois esta sempre necessita de uma base teórica fecunda para se erguer. O perigo do utilitarismo ameaça a cultura, e, portanto, recai tanto sobre os humanistas quanto sobre os homens de ciência. Não se trata, portanto, de reivindicar mais investimentos em literatura, poesia clássica, filologia ou filosofia. A discussão é mais sutil e sofisticada. É um problema que toca o cerne do *ethos* da civilização contemporânea e que pode ser expresso por meio de uma questão fundamental: “Qual é o valor da cultura?”. É o espírito do nosso tempo que merece nossa reflexão profunda. Qual nosso ideal de civilização, que tipo de sociedade nós queremos, quais coisas valorizaremos como aquelas que dão sentido à vida e em nome das quais lutaríamos, em sua preservação, contra a barbárie, a banalização do mal e o avanço de uma distopia niilista? Evidentemente há problemas de ordem local, de dimensões microssociais, para os quais somente o olhar atento, metucioso, etnográfico, atento à realidade concreta do espaço reduzido poderá nos revelar algo. Isto não anula o fato de que há problemas macrossociais que extrapolam as fissuras regionais (que são como pequenas rachaduras estruturais que podem ser vistas não em uma parede de um apartamento qualquer). Problemas globais nas colunas que sustentam toda a estrutura do edifício. As duas dimensões coexistem, e exercem influência recíproca¹².

Em *A utilidade do inútil*, Ordine constrói essa narrativa de crítica cultural ampla, abordando a questão como um desafio macrossocial global. Seu tom é pesado e enérgico. Fala em *barbárie da utilidade e ditadura do lucro*, que tornam a gratuidade e o desinteresse em valores retrógados e pontua que o utilitarismo está corroendo igualmente as disciplinas humanísticas e científicas:

Não é um acaso que nas últimas décadas as disciplinas humanísticas tenham passado a ser consideradas inúteis e tenham sido marginalizadas não somente nos currículos escolares e universitários, mas, sobretudo nos orçamentos governamentais e nos recursos das fundações e das entidades privadas. Por que empregar dinheiro num âmbito condenado a não produzir lucro? Por que destinar recursos a saberes que não trazem uma vantagem rápida e tangível? (...) o mesmo discurso também poderia valer para os outros saberes humanísticos e para aqueles saberes científicos livres de um imediato objetivo utilitarista (...) (ORDINE. 2016, p. 33)¹³.

Esse desprezo pelo que não dá lucro imediato acabará por atrofiar o desenvolvimento do espírito e produzir uma sociedade em que riqueza material e pobreza cultural crescem

¹² KROPF, Simone; FERREIRA, Luiz Otávio. *A prática da ciência: uma etnografia no laboratório*. História, Ciência, Saúde – Manginhos. Vol 4 (3) Nov 1997- Fev 1998. pp. 589-597.

¹³ Op. Cit.

proporcionalmente, diz o autor. Para o filósofo, a lógica do lucro tem produzido *efeitos catastróficos* na educação por meio da ‘empresalização da universidade’. Há um fenômeno em curso de degradação da formação universitária e da própria universidade como núcleo de formação, em sentido amplo. O próprio ideal de uma formação ampla e para a vida teria sido substituído pela meta da formação especializada para o mercado de trabalho. Não se pretende mais fazer com que a universidade seja um espaço do qual sairemos com espírito crítico e criativo, com cultura vasta e saberes múltiplos, humanísticos, técnicos e científicos, mas apenas que seja um centro de produção de mão de obra qualificada para suprir as demandas do mercado e assim alavancar o desenvolvimento econômico no curto e médio prazo.

Conforme Ordine, a situação do mundo atual é de alarmente decadência, um momento de perigo radical para o ideal de civilização: *A corrida em busca do útil e o aviltamento das atividades do espírito poderiam fazer os homens caírem na barbárie* (p. 115)¹⁴. Daí a importância do manifesto como exercício crítico e político intelectual¹⁵. Momentos extremos exigem lutas extremas. Se os intelectuais permanecerem confinados em seu silêncio formalista, o perigo da barbárie será crescente:

Será preciso lutar muito nos próximos anos para salvar dessa deriva utilitarista não somente a ciência, a escola e a universidade, mas também tudo o que chamamos de cultura. Será preciso resistir à dissolução programada do ensino, da pesquisa científica, dos clássicos e dos bens culturais, porque sabotar a cultura e a educação significa sabotar o futuro da humanidade (ORDINE. 2016, p. 147)¹⁶.

Para Ordine, um dos modos mais pertinentes dessa luta é fomentar a associação universitária entre pesquisa e ensino e combater o utilitarismo buscando difundir na universidade aquele espírito da pesquisa que Flexner imprimiu ao Instituto de Estudos Avançados de Princeton. Abraham Flexner foi um educador formado em artes e humanidades pela Universidade de John Hopkins e pós-graduado por Harvard, que fundou sua própria escola, o *Mr Flexner's School*. Como educador, Flexner foi um contundente crítico do sistema educacional norte-americano, que publicou em 1908 o livro *The American college: a criticism*, alcançando grande repercussão e reputação. Como se encontrava em Berlim nesta ocasião, ao regressar aos Estados Unidos, foi convidado pela *Carnegie Foundation* para realizar um estudo sobre as escolas de medicina nos Estados Unidos e Canadá. Flexner visitou 155 cursos de medicina, e, ao final, publicou seu relatório, que até hoje é conhecido como

¹⁴ Idem.

¹⁵ Lembramos que *Um Manifesto* é justamente o subtítulo de *A Utilidade do Inútil*.

¹⁶ Ibidem.

Flexner Report (PAGLIOSA; DA ROS. 2008, p. 439)¹⁷. O Relatório Flexner foi decisivo para redefinição do sistema de educação médica nos Estados Unidos (ALMEIDA FILHO. 2010, p. 2234)¹⁸, marcando a passagem da medicina para a biomedicina moderna (KEMP; EDLER. 2004, p. 570)¹⁹.

Conforme Naomar de Almeida Filho, o modelo universitário norte-americano que se consolidou nos Estados Unidos e em diversas partes do mundo a partir da “Reforma Flexner” é originário da concepção germânica humbolditiana de “universidade de pesquisa” (SANTOS; ALMEIDA FILHO. 2008, p. 105)²⁰. Flexner levou sua concepção de pesquisa a cabo ao ter a oportunidade de dirigir um instituto de pesquisa científica ligado a uma universidade, ocasião em que lutou por imprimir ao instituto o *ethos* que considerava o mais adequado para criar o espaço mais fecundo para que as práticas científicas vicejassem. Pensava Flexner, que o instituto, para que fosse bem sucedido, não necessitava somente de recursos, infraestrutura, pessoal – era preciso alicerçá-lo sobre determinados valores capazes de sustentar um ideal de pesquisa científica que justificasse determinados tipos de práticas e legitimassem um dia a dia peculiar. O cotidiano não é uma força cega que se desenrola ao acaso, o cotidiano não é nem banal, nem trivial, nem plenamente espontâneo. Um determinado tipo de dia a dia expressa um conjunto de valores engendrados, e Flexner se empenhou em inculcar em Princeton que a liberdade quase “anárquica”, a criatividade quase artística, a autonomia quase utópica, deveriam ser valores presentes no dia a dia das práticas de pesquisa.

Em *The Usefulness of Useless Knowledge*²¹, Flexner discorre sobre a concepção não utilitarista radical de ciência que adotou em Princeton. No início do ensaio ele levanta um primeiro argumento em favor da criação de um ambiente de pesquisa desinteressado, em que os cientistas são deixados livres a trabalhar “como artistas”, sem quaisquer regras rígidas ou metas estipuladas a obnubilar suas mentes. O argumento é o mesmo que anos depois seria levantado por Ordine, ou seja, que inúmeras conquistas práticas, aplicações de suma

¹⁷ PAGLIOSA, Fernando Luiz; DA ROS, Marco Aurélio. *O relatório Flexner: para o bem e para o mal*. Rev. bras. educ. med., Rio de Janeiro, v. 32, n. 4, p. 492-499, Dec. 2008.

¹⁸ ALMEIDA FILHO, Naomar de. *Reconhecer Flexner: inquérito sobre produção de mitos na educação médica no Brasil contemporâneo*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 26, n. 12, p. 2234-2249, Dec. 2010.

¹⁹ KEMP, Amy; EDLER, Flávio Coelho.: *Medical reform in Brazil and the US: a comparison of two rhetorics*. História, Ciências, Saúde Manguinhos, vol. 11(3): 569-85, Sept.-Dec. 2004.

²⁰ Op. cit.

²¹ FLEXNER, Abraham. *The Usefulness of Useless Knowledge*. Harpers, issue 179, June/November 139. Disponível em <<<https://library.ias.edu/files/UsefulnessHarpers.pdf>>>.

importância, inovações tecnológicas marcantes, foram consequência de trabalhos puramente teóricos e desinteressados, realizados por pesquisadores que desconheciam quaisquer possibilidades de aplicação para seus trabalhos, que, no momento em que eram realizados, se situavam nas fronteiras do conhecimento, a meio caminho entre a especulação, a criação e a descoberta. Deste modo, o argumento parece consistir na seguinte diretriz: se o que queremos é desenvolver aplicações e utilidades práticas, o melhor caminho para fazê-lo é assegurar que a pesquisa básica, fundamental, desinteressada, seja fomentada e se desenvolva da forma mais livre possível, pois a aplicação e a inovação, ou se alimentam da “matéria prima” assim criada, ou definham sem ter campo de onde retirar o sustento.

Todavia, em um momento posterior, Flexner vai além e pontua como este primeiro argumento, embora verdadeiro, é desnecessário. Isto ocorre porque a pesquisa básica deveria ser fomentada mesmo que nenhuma aplicação pudesse dela ser derivada:

Não estou, de forma alguma, sugerindo que tudo que se passa nos laboratórios terá uma utilidade prática inesperada, ou que alcançar uma utilidade prática seja a real justificativa para a pesquisa científica. **Estou, na verdade, pedindo a abolição da palavra “utilidade” e defendendo a liberdade do espírito humano.** É bem verdade que, com isso, vamos acabar liberando alguns malucos inofensivos. É bem verdade também que vamos acabar gastando alguns preciosos dólares. Mas muito mais importante é que vamos romper as algemas que bloqueiam a mente humana, deixando-a livre para as aventuras que, em nosso tempo, conduziram Hale, Rutherford, Einstein e seus colegas por milhões de quilômetros até os reinos mais distantes do espaço, ao mesmo tempo em que permitiam liberar a ilimitada energia aprisionada no átomo [grifo nosso] (FLEXNER. 1939, p. 548)²².

Como observa que nossa concepção de utilidade é deveras limitada, que somos (teimosamente) incapazes de reconhecer a “utilidade do inútil”, Flexner pede que a noção de utilidade seja logo abolida de vez. A ciência não busca a utilidade, mas a liberdade, e nem a liberdade conquistada é necessária para justificá-la, mas a própria busca. A melhor ciência, para Flexner, é aquela que se faz como o poeta faz poesia, ou o pintor pinta seus quadros, ou o compositor compõe suas árias e fugas, é aquela que, como diz Rainer Maria Rilke sobre quando sabemos que somos poetas, aquele que a faz sabe que não poderia viver sem que a fizesse, pois a despeito do que, ou a quem, aquilo serve, ela é para ele uma necessidade espiritual e uma fonte que dá sentido para a vida:

Essas considerações enfatizam – se a ênfase realmente é necessária – a importância da liberdade espiritual e intelectual. Eu falei da ciência experimental; falei das matemáticas, mas o que disse é igualmente verdadeiro para a música e a arte e quaisquer expressões do espírito livre. O simples fato de que elas trazem satisfação ao ânimo individual em sua purificação e elevação espiritual é sua única justificativa necessária. E ao justificá-las sem nenhuma referência, implícita ou explícita, à utilidade, nós estamos justificando as escolas, as universidades e os institutos de

²² Idem.

pesquisa. (...) Um poema, uma sinfonia, uma pintura, uma verdade matemática, um novo fato científico, por si mesmos, bastam para justificar a existência de universidades, escolas e institutos de pesquisa. (FLEXNER. 1939, p. 549-550)²³.

No ensaio de 1939, Flexner antecipa as preocupações de Ordine, e pensa que *esforços têm sido realizados para retrain a liberdade humana*. E prossegue afirmando que *as universidades têm sido organizadas para serem instrumentos de determinadas crenças políticas, econômicas ou raciais*, a saber, instrumentos utilizados pelos grupos que detêm o poder econômico e político e pretendem fazer da universidade um meio de criar inovações que sejam “utilidades práticas” passíveis de ser produzidas e comoditizadas pela indústria (p. 550-551)²⁴. Flexner termina seu ensaio afirmando que nutre a esperança de que *a busca livre e desinteressada do conhecimento inútil* possa trazer, como no passado, resultados práticos, mas que esse não é o valor em torno do qual o instituto está organizado, que isso seria uma consequência benéfica dos trabalhos, mais não sua razão de ser (p. 552)²⁵.

Com o que concordamos com Ordine e Flexner, e com o que discordamos? Grosso modo, concordamos com suas críticas ao utilitarismo mercantil e à crise não somente da universidade, como da educação, e da educação científica especificamente. O presente trabalho parte do pressuposto de que vivemos um momento crítico em que o *ethos* utilitarista tornou-se uma força hegemônica na educação, na ciência, mas também em uma dimensão cultural mais ampla. E concordamos com Ordine e Flexner acerca da necessidade de se investir no estudo desinteressado e não utilitário, de valorizar a liberdade em detrimento da utilidade prática. Todavia, levantamos algumas ressalvas:

1. O problema do tipo ideal – ou das idealizações.
2. O problema da crise – “o que” realmente está em crise?
3. O problema das “tensões essenciais” – ou das contraposições constitutivas.

A primeira ressalva que fazemos é que as palavras de Ordine e Flexner em *A utilidade do inútil* e a *A utilidade do conhecimento inútil* podem ensejar a existência de um antagonismo entre (A) uma ciência desinteressada em universidades que são centros culturais devotados à busca do conhecimento e (B) uma ciência utilitarista manejada por interesses

²³ Idem.

²⁴ Idem.

²⁵ Idem.

práticos e mercantis, ligada à indústria. Como descrição geral e “ideal” de duas imagens distintas de pesquisa científica, ou de dois tipos ideais de ciência, tal caracterização é útil para entendermos como o empreendimento científico é deveras complexo a ponto de abrigar tendências tão díspares. Todavia, tais tipos ideais não podem ser reificados como se de fato correspondessem, ponto a ponto, às práticas científicas. No mundo da vida onde as práticas científicas acontecem como processos históricos, as práticas tendem a ser mais complexas do que imagens polarizadas nos sugerem. Deste modo, julgamos oportuno evitar maniqueísmos e reconhecer que a ciência não utilitarista é um ideal que deve nos orientar e não um fato passado que nos serve de exemplo para a construção do futuro, e que a pesquisa que gera aplicações, tecnologias e inovações é necessária, até para produzir técnicas que serão empregadas na pesquisa fundamental posteriormente. Temos assim um interessante círculo virtuoso, embora cheio de tensões e disputas.

Sendo assim, cremos que mais uma “tensão essencial” deve ser abrigada no seio das instituições de ensino e pesquisa: o senso do perene e o espírito de urgência não de conviver como duas dimensões fundamentais dos modos de produção do conhecimento científico²⁶. A primeira fomentando uma cultura de pesquisa desinteressada, não utilitarista, de longo prazo, e muitas vezes alimentando a segunda com a matéria-prima a partir da qual ela buscará respostas para as questões urgentes do presente nas diferentes regiões do planeta. Com isso, reconhecemos que o “utilitarismo social” que se opõe ao “utilitarismo mercantil” permanecerá sendo uma força inevitável, e desejável, enquanto esse mundo não for digno o suficiente, enquanto as artes, as ciências e as letras permanecerem sendo luxos para populações inteiras e o efetivo bem-estar social permanecer secundário em relação aos interesses econômicos de uma minoria que detém quase todo o poder e o capital do mundo. Por isso a verdade e o bem devem ser pensados em conjunto, e a busca da beleza deve igualmente ser assumida, para que ao utilitarismo mercantil atualmente hegemônico se contraponha uma imagem de ciência epistemicamente centrada, socialmente robusta, espiritualmente enriquecedora e politicamente engajada.

²⁶ Mas o conhecimento, a educação, o saber, a cultura, devem ser o núcleo duro da universidade, pois seria demasiado cínico pedir que a universidade faça pela sociedade aquilo que o Estado se abstém de fazer por meio de outras instituições e políticas. Aqueles que cobram insistentemente que a universidade sirva à sociedade e dê respostas para as cruéis demandas do nosso tempo não podem se esquecer de qual é a vocação da universidade, o que podemos cobrar dela e o que não seria sensato cobrar, que para muitos problemas sociais as respostas ou devem vir de outras instituições ou já foram dadas há muito, e o que falta não é mais responsabilidade social da universidade, mas vontade política, empenho, compromisso, atuação do Estado, em garantir que o bem público seja efetivado. A fé em uma universidade libertadora para o espírito e que nos ajude na libertação material é justificável, mas a fé em uma ‘universidade sebastiana’, plena de um messianismo social, redentor, é injustificável.

Este trabalho pretende defender tal imagem de ciência. No primeiro capítulo salientamos como a tensão entre diferentes imagens de ciência perpassou a história da investigação natural com foco no século XIX em diante. Tais “imagens” possuem uma dimensão metafísico-axiológica. Isto quer dizer que as respostas para as questões “O que é a ciência?”, “Qual o seu valor?”, “Quais os seus valores?”, “Ciência como e para quem?”, não são óbvias, mas resultam de tensões e disputas entre diferentes projetos políticos, ideologias e concepções filosóficas. No segundo capítulo pontuamos como a predominância do utilitarismo foi alvo de críticas de cientistas e filósofos ao longo do século XX, preocupados com as consequências nocivas de uma “distopia tecnocapitalista” a partir do surgimento da *Big Science*. Estaremos sob o perigo de uma barbárie tecnocapitalista? No terceiro capítulo analisamos o caso da vindicação de descoberta de elementos transurânicos pela equipe de Fermi. Como o utilitarismo está presente na física nuclear da época? Qual terá sido o papel de pressupostos metafísicos e princípios axiológicos – valores – em tal processo? A metafísica conta tanto para os acertos quanto para os erros. Nesse sentido, preserva um “princípio de simetria”. Os pressupostos metafísicos de Fermi, por exemplo, podem tê-lo afastado da possibilidade de chegar à fissão nuclear. A metafísica não é nem boa nem má, mas inevitável. No quarto capítulo nos debruçamos sobre os dez primeiros anos da revista *Physics Today* (1948-1957) para demonstrar que as questões do valor da ciência, do utilitarismo, da *Big Science*, da presença de interesses econômicos e de determinadas tensões próprias das relações entre ciência, tecnologia, política e sociedade estavam presentes entre uma determinada comunidade de praticantes de ciências. No quinto capítulo analisamos como a prática científica e as ideias de José Leite Lopes encarnaram uma atitude científica crítica que pode sinalizar o tipo de atuação científica alternativa ao modelo utilitarista então hegemônico.

1 O VALOR DA CIÊNCIA

1.1 Poincaré e a questão “Qual é o valor da ciência?”

A astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos; é útil porque é grande; é útil porque é bela; é isso que se precisa dizer.

Henri Poincaré

Muitas pessoas acreditam – na sua ignorância completa do que é realmente a ciência – que sua tarefa prioritária é inventar nova maquinaria ou ajudar a inventá-la, de forma a melhorar as nossas condições de vida.

Erwin Schrödinger

Se a pergunta “Por que a ciência é importante?” for reduzida à “Para que a ciência serve?”, provavelmente um traço de utilitarismo já estará posto, perpassando a questão. As coisas servem ou não para alguma finalidade prática. Deste modo, não queremos perguntar para que a ciência “serve”, a não ser que concordemos que o quarto movimento da Sinfonia n.º 9 em ré menor, op. 125, de Beethoven, ou o Prelúdio de *Tristão e Isolda*, de Wagner servem para elevar o espírito, ou *O sofrimento do jovem Werther*, de Goethe, serve para polir nossa alma, refinar nossos sentimentos e tornar nossa existência mais rica, tanto quanto as aventuras de Brás Cubas, de Machado de Assis, servem para que saibamos o quanto a diversão e o prazer podem ser espirituais e invulgares, ou a filosofia serve para nos instilar outro olhar crítico acerca do real e de nós mesmos, ou não serve mais para nada. Ou a *A noite estrelada*, de van Gogh pode nos ajudar a transvalorar o mundo e nos transportar para outros níveis de compreensão e sensibilidade, ou um bom livro pode nos tirar do espaço comum e medíocre, ou tudo o que o ser humano escreveu desde o tempo em que começou a criar alfabetos não serve de fato para nada. Se estivermos dispostos a alargar imensamente o que entendemos por “utilidade”, então podemos perguntar para o que serve a ciência, pois não estamos perguntando para o que a ciência é importante indiretamente, mas qual é *a sua* importância *em si*, qual é o seu valor.

Em *O valor da ciência*²⁷ o matemático e filósofo francês Henri Poincaré defende que apesar da importância das realizações práticas da ciência, o valor da pesquisa científica é intrínseco (POINCARÉ. 1995, p. 172). Esta é a ideia básica da noção de *ciência pela ciência* sustentada pelo autor:

²⁷ POINCARÉ, Henri. *O Valor da Ciência*. Helena Franco Martins (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

A busca da verdade deve ser o objetivo de nossa atividade: é o único fim digno dela. Não há dúvida de que devemos nos esforçar por aliviar os sofrimentos humanos, mas por quê? Não sofrer é um ideal negativo que seria atingido mais seguramente com o aniquilamento do mundo. Se cada vez mais queremos libertar o homem das preocupações materiais, é para que ele possa empregar no estudo e na contemplação da verdade sua liberdade reconquistada. (...) **para buscar a verdade é preciso ser independente, inteiramente independente.** Se, ao contrário, desejamos agir, se queremos ser fortes, precisamos estar unidos. Eis porque muitos de nós se amedrontam com a verdade; consideram-na uma causa de fraqueza. E contudo não se deve temê-la, porque **só a verdade é bela** [grifo nosso] (POINCARÉ. 1995, p. 4-5)²⁸.

Logo nas primeiras linhas de *O valor da ciência*²⁹, Poincaré atrela o sentido da investigação da natureza à busca pela verdade, o bem e o belo. Na citação acima, é fácil perceber como ele vincula a beleza, em sentido sublime, invulgar e intelectual, à verdade. *Só a verdade é bela*, sentença. Mas vai além, pois ressalta que não devemos desvincular a busca da verdade da busca por justiça, paz e prosperidade. Tal vínculo fica ainda mais claro quando afirma que duas verdades devem ser reunidas: a verdade científica e a verdade moral. Embora comumente sejam pensadas como coisas estanques, Poincaré confessa:

(...) não posso separá-las, e **aqueles que amam uma não podem deixar de amar a outra.** Para encontrar uma, assim como para encontrar a outra, é preciso esforçar-se para se libertar completamente a alma do preconceito e da paixão, é preciso alcançar a sinceridade absoluta. Essas duas espécies de verdade, uma vez descobertas, irão proporcionar-nos a mesma alegria; tanto uma como a outra, assim que as percebemos, brilham com o mesmo esplendor, de tal modo que devemos vê-las ou fechar os olhos. Ambas, enfim, nos atraem e nos escapam; jamais estão fixas: quando cremos tê-las atingido, vemos que ainda é preciso caminhar, e aquele que as persegue está condenado a jamais conhecer o descanso [grifo nosso] (POINCARÉ. 1995, p. 4-5)³⁰.

Para Poincaré, o homem de ciência deve possuir um *ethos* peculiar. Deve amar tanto a verdade científica e a verdade moral, mas, ao mesmo tempo, compreender que tais verdades jamais serão plenamente conquistadas, o que exige daquele que a busca imenso desapego, resignação e humildade, e uma atitude marcada pela determinação. Virtudes epistêmicas e morais, conhecimentos e valores, embora ciência e moral sejam campos independentes, são igualmente importantes para o investigador. Ele deve ser independente, desinteressado, sincero e determinado, deve lutar pela verdade e pela beleza, e agir conforme o bem e a justiça. Não é o lucro, o poder, o *status*, que o move, nem a utilidade prática imediata que o

²⁸ Idem.

²⁹ POINCARÉ. *The Value of Science*. New York: The Science Press. 1907.

³⁰ Ibidem.

inspira, mas a verdade que é bela, e o ideal de uma boa vida social comum, sem sofrimentos. Claro que tal imagem de cientista nos pareceria caricatural se forjada hoje, no seio do século XXI, mas então não estaríamos sendo presentistas, julgando o passado demasiado cômico por que o avaliamos a partir da malícia do presente? O fato é que Poincaré, e, como veremos, tantos outros homens que dificilmente podem ser chamados de ingênuos ou estúpidos, fizeram questão de retratar desta forma a natureza do investigador científico.

Poincaré ilustra bem a relação entre metafísica e axiologia, ou entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos. Por que o homem de ciência deve ser um investigador determinado, tenaz, humilde, senão porque assume determinados pressupostos acerca da realidade e do conhecimento? No espírito³¹, ou no mundo exterior, o pressuposto de ordem e unidade da natureza é um pressuposto metafísico do qual o investigador, segundo Poincaré e tantos outros, como Planck, Einstein, Heisenberg e Schrödinger, não pode prescindir. A ordem, ou harmonia, é expressão da lei, e a beleza, seu resultado. Não há nada que possa nos provocar maior sensação de embevecimento e espanto do que a harmonia da natureza:

A melhor expressão dessa harmonia é a lei. A lei é uma das mais recentes conquistas do espírito humano; ainda há povos que vivem num milagre perpétuo e que não se espantam com isso. Somos nós, ao contrário, que deveríamos nos espantar com a regularidade da natureza. Os homens pedem a seus deuses que provem sua existência com milagres; mas a maravilha eterna é o fato de não haver milagres a todo instante. E é por isso que o mundo é divino, já que é por isso que ele é harmonioso. Se fosse regido pelo capricho, o que nos provaria que não é regido pelo acaso? (POINCARÉ. 1995, p. 8)³².

Parece que a ideia de ordem e unidade da natureza não é assim nem tão recente como tal sentença de Poincaré nos está a dizer. Bastaria verificar que o que marca o início da cosmologia grega há 2500 anos é justamente a ideia de que a natureza possui ordem e unidade. Mas vamos além e verificaremos que até mesmo a coexistência entre a busca da verdade e a utilidade prática ocorreu em outras culturas. Em *Raça e História*³³, Lévi-Strauss lembra que os povos pré-colombianos desenvolveram arrojadas técnicas de manipulação e domesticação de venenos para uso farmacológico, diversas culturas vegetais, o que demandou avançados conhecimentos agrônômicos, fizeram notáveis progressos em tecelagem, construção, metalurgia, mas também realizaram grandes avanços teóricos:

³¹ Como convencionalista Poincaré não dirá, assim como o fará um realista, que a lei, a harmonia, sejam propriedades ontológicas do mundo externo, mas conquistas do espírito humano.

³² Idem

³³ LÉVI-STRAUSS, Claude. *Race and History*. Paris: Unesco, 1952.

(...) finalmente o zero, base da aritmética e, indiretamente, das matemáticas modernas, era conhecido e utilizado pelos Maias pelo menos meio milênio antes da sua descoberta pelos sábios indianos, de quem a Europa o recebeu por intermédio dos Árabes. Talvez por esta mesma razão o seu calendário fosse mais exato que o do Velho Mundo (LÉVI-STRAUSS. 1952, p.22).

Mesmo diante de tantos progressos dos pré-colombianos, ainda se pode objetar que os povos não ocidentais, mesmo no caso de suas realizações matemáticas, não possuíam a atitude da investigação desinteressada, da busca da verdade, e por isso não fizeram algo como “ciência”. Os maias, por exemplo, utilizavam o zero mesmo antes dos indianos (tendo sido, portanto, o primeiro povo a fazê-lo de que se tem registro), mas o fizeram por demandas práticas, para organização do calendário e, portanto, da vida social e econômica, e não por que estavam interessados em matemática pura, nos números, na estrutura fundamental da natureza. Todavia, em *O pensamento selvagem*³⁴, Lévi-Strauss desconstrói a ideia de que o conhecimento entre as culturas não ocidentais sempre fora reduzido ao utilitarismo praticista. De acordo com Lévi-Strauss, em muitas culturas antigas, estranhas ao ocidente, houve conhecimento desinteressado. O antropólogo cita diversos estudos acerca de tribos africanas, siberianas, nativas do território que hoje formam o Canadá e os Estados Unidos, dentre outras, que demonstram que seus sábios entendiam que a natureza deve ser conhecida, independente de quais utilidades práticas tal conhecimento será capaz de produzir. Acerca das investigações desinteressadas destes povos, Lévi-Strauss diz:

Pode-se objetar que tal ciência não deve absolutamente ser eficaz no plano prático. Mas, justamente, seu objeto primeiro não é de ordem prática. **Ela antes corresponde a exigências intelectuais ao invés de satisfazer às necessidades.** A verdadeira questão não é saber se o contato de um bico de picanço cura as dores de dente, mas se é possível, de um determinado ponto de vista, fazer “irem juntos” o bico do picanço e o dente do homem (congruência cuja fórmula terapêutica constitui apenas uma aplicação hipotética entre outras) [ou seja, verificar se há regularidades na natureza], e, através desses agrupamentos de coisas e de seres, **introduzir um princípio de ordem no universo** (sic) [grifo nosso] (LÉVI-STRAUSS. 1989, p. 24).

Temos de admitir, caso a tese de Lévi-Strauss esteja correta, que a busca desinteressada pela verdade, a ‘necessidade’ de compreender o mundo em termos de ordem e unidade, são características culturais muito mais amplas e multiétnicas do que geralmente supomos. Retornemos, todavia, ao pensamento de Poincaré e sua ideia de que a lei é uma conquista do espírito humano. O valor da pesquisa científica, para o matemático filósofo, está, sendo assim, profundamente relacionado ao objeto da ciência e à motivação do cientista. O objeto da ciência é o que há de mais sublime, logo a motivação do cientista não poderia ser menos nobre. Primeiro, devemos assumir que há uma harmonia. Eis a conquista do espírito

³⁴ LÉVI-STRAUSS, Claude. *O Pensamento selvagem*. Tânia Pellegrini (Trad.). Campinas-SP: Papyrus, 1989.

em nossa interpretação. Posto que Poincaré não pense que tal harmonia está no mundo, mas no espírito que sonda suas estruturas e eventos, a grande conquista do espírito é compreender que, sem o pressuposto de ordenamento e unidade da natureza, isto é, sem pressupor a lei, não há ciência. Não pode haver ciência em um mundo em que não há regularidades, em que os fatos nunca se repetem, ou nunca se repetem de acordo com as mesmas causas, pois esse é o mundo mágico e fabuloso em que nada pode ser ordenado, previsto, classificado e controlado. A partir desse pressuposto, o investigador busca compreender ainda mais a harmonia que assumiu “estar lá”, e à medida que aumenta sua compreensão da harmonia, se aproxima da verdade e se deleita com a beleza.

(...) É portanto essa harmonia a única realidade objetiva, a única verdade que podemos atingir; e se acrescento que a harmonia universal do mundo é a fonte de toda beleza, será possível compreender o valor que atribuímos aos lentos e penosos progressos que nos fazem pouco a pouco, conhecê-la melhor (POINCARÉ. 1995, p. 9)³⁵.

Como já dissemos, tal harmonia não pode ser pensada como uma propriedade ontológica do mundo externo, mas como uma conquista do espírito. Sendo assim, poderíamos dizer que a harmonia não é objetiva, mas subjetiva. Entretanto, seria um equívoco de nossa parte. Do fato de que a harmonia não seja uma propriedade do mundo não se segue que não seja objetiva, pois sua objetividade pode ser devida a outras razões. Isto fica claro quando lemos como Videira trata da questão da harmonia no pensamento de Poincaré;

(...) é preciso que fique claro que essa mesma harmonia universal não pode ser conhecida fora do espírito humano. A rigor, ela é produto deste último. Essa mesma harmonia não é objetiva porque se refere a essência das coisas – a natureza em si não pode ser conhecida –, ela o é em função da sua característica de ser comum a todos os seres racionais. E posto que o comum não é fornecido imediatamente seja pelos sentidos, seja pela razão, mas é construído a partir do emprego destes, também a harmonia universal, para que se possa alcançá-la, exige que razão e sentidos interajam (VIDEIRA. 1997, p. 8)³⁶.

A objetividade da harmonia decorre de sua universalidade (é comum a todos os seres racionais). Ora, se é assim, se a harmonia não é pensada como uma propriedade intrínseca da natureza mesma, mas como algo do espírito, assim como a simplicidade é conquista evolutiva do espírito no movimento da adaptação ao real³⁷, que sentido há em afirmar que se trata de um pressuposto metafísico? Ocorre que neste trabalho não estamos tomando metafísica e

³⁵ Op. Cit.

³⁶ VIDEIRA. *Poincaré e as hipóteses indiferentes*. Revista da SBHC, n. 17, p. 3-10, 1997.

³⁷ *Ibidem*.

ontologia por sinônimos, conforme Oliveira (2015)³⁸. Estamos nos valendo tanto da definição de Blackburn³⁹, de acordo com o qual a metafísica é um conjunto de pressupostos fundamentais, ou princípios básicos, acerca da natureza da realidade e do conhecimento, quanto da definição de Videira de metafísica como *força de orientação*⁴⁰. Por axiologia, ou sistema axiológico, compreendemos o conjunto de valores fundamentais de um determinado campo de trabalho, comunidade de praticantes de uma atividade específica, ou sociedade, em sentido mais geral. Pensamos que ao propor uma relação de compatibilidade e adequação entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, podemos promover uma síntese entre ambas as definições, pois são os pressupostos assumidos, agregados aos princípios axiológicos que lhes são correlatos, que orientam a epistemologia e o *ethos* da pesquisa científica. Sendo assim, quando afirmamos que toda prática científica possui uma metafísica, não estamos dizendo outra coisa senão que possui pressupostos; sejam estes realistas, idealistas ou convencionalistas, e, além disto, que possui um *ethos* compatível com os pressupostos assumidos.

Nenhum conhecimento, e quiçá nenhuma ação consciente racional, é isento de pressupostos. Alguns dos quais são tão tácitos, tão naturalizados, que nos esquecemos de sua história, do caminho que tiveram que percorrer até se tornarem fatos dados “óbvios”⁴¹, ou nem mesmo nunca nos damos conta de que são pressupostos. A todo momento, não podemos

³⁸ Nesse sentido, acompanhamos Aercio Barbosa de Oliveira quando escreve em sua dissertação de mestrado: “Metafísica ao longo desta dissertação tem um significado diferente da interpretação tradicional que partiu das questões apresentadas por Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Aqui, metafísica é a designação de diferentes pressupostos aplicados a diferentes campos da ciência que não são possíveis serem confirmadas empiricamente, mas são essenciais para impulsionar a pesquisa científica (BOHM, 2011, p.109-115; BLACKBURN, 1997, p. 246)”. OLIVEIRA, Aercio Barbosa. *Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?* 2015. 158f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

³⁹ BLACKBURN, Simon. Dicionário Oxford de filosofia. Tradução de Desidério Murcho et al. Consultoria da edição brasileira, Danilo Marcondes. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

⁴⁰ VIDEIRA. *A Inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do século 19*. Ijuí: Editora Unijuí, 2013.

⁴¹ Lembramos, para fazer um paralelo, que, em *Vida de Laboratório* Latour e Woolgar definem os fatos como enunciados tácitos cuja história foi esquecida; seus rastros foram apagados. Um enunciado de tipo 6 (que possui o maior nível de “faticidade”) dizem os autores, “está tão incorporado na prática que não há mais necessidade de mencioná-lo” (p. 84). Em nossa interpretação da obra latouriana, o próprio fato de que há *fatos* é um pressuposto, ou, dizendo de outro modo, muitos dos fatos básicos que são pré-condições dos modos de pensar e agir dos cientistas, são pressupostos. Conforme Latour e Woolgar: “chega-se logo ao estágio em que ele [o enunciado] não é mais objeto de contestação. No centro desse movimento browniano, constituiu-se um fato” (p. 91). Pressupomos, por exemplo, que a terra orbita o sol e gira em torno de seu próprio eixo. O heliocentrismo, assim, é um fato para nós. É tão óbvio e natural, que esquecemos completamente de como ele chegou a ser um fato, por meio de quais controvérsias, estratégias, disputas, argumentos, teorias e observações, ele veio a se tornar um fato, de modo que a cada dia não precisamos, novamente, rever sua história, pois já pressupomos, já aceitamos de antemão que não se trata de um enunciado, de uma hipótese ou de um modelo, mas da própria descrição verdadeira do real. Ver: LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *Vida de Laboratório: a produção dos fatos científicos*. Angela Ramalho Vianna (Trad.). Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

ter certeza, realmente, da veracidade de nossa experiência mais imediata, mas devemos seguir em frente e levar a vida, pressupondo que há um mundo do qual fazemos parte e que ele é tal e qual o experimentamos. Para Karl Otto-Apel, até mesmo a *logic of science* neopositivista, que alegava negar toda a metafísica, possuía seus *pressupostos transcendentais*, começando pelo pressuposto da *validade da lógica formal* sem o qual o projeto de uma tradução da experiência em termos lógicos careceria de sentido (OTTO-APEL.1994, p. 3)⁴².

Sem que o espírito ordene o real, sem que ele possa fazer aquilo que os antigos gregos fizeram, que foi buscar explicar a diversidade e multiplicidade dos fenômenos naturais complexos e variados postulando causas únicas e simples, fazendo emergir assim uma imagem ordenada de natureza, sem que adote pressupostos básicos, a saber, que há uma configuração das coisas que responde pelo nome de ordem, que tal configuração corresponde ou à natureza do mundo ou ao modo por meio do qual o entendimento se relaciona com o mundo, não pode haver ciência. Em *As relações entre a física experimental e a física matemática*, Poincaré volta a reforçar a importância da lei e da harmonia como pressupostos para a pesquisa científica. O cientista *tem que ordenar*, não lhe basta colecionar fatos, pois o ponto vital da atividade científica é ordenar tais fatos descobrindo suas regularidades e conexões. Ignorar que o cientista busca a ordem (e a produz) *significaria desconhecer por completo o verdadeiro caráter da ciência* (POINCARÉ. 2008, p. 223)⁴³. Um pouco mais à frente, Poincaré discorre sobre dois outros pressupostos da investigação natural: unidade e simplicidade.

Em certa medida, **toda generalização pressupõe a crença na unidade e na simplicidade da natureza.** (...) Logo, não temos que nos perguntar se a natureza é una, mas de que modo ela é una. (...) os que creem que as leis naturais devam ser simples continuam a ser obrigados, muitas vezes, a agir como se acreditassem nisso. **Não poderiam furtar-se inteiramente a essa necessidade sem impossibilitar qualquer generalização e, por conseguinte, toda a ciência** (POINCARÉ. 2008, p. 227).

O que nos disse Poincaré até aqui senão que a investigação científica da natureza exige do pesquisador que este assuma pressupostos metafísicos e princípios axiológicos? Sim, a

⁴² Em *Solipsismo metódico como pressuposto transcendental da ideia da ciência unitária*, Otto-Apel, indo na contramão do que afirmei acima acerca do “não-solipsismo” como um pressuposto básico tácito, afirma que o solipsismo metódico é um pressuposto transcendental do neopositivismo: “a concepção objetivista da ciência unitária retrocede a um pressuposto que o neopositivismo compartilha estranhavelmente com a tradicional Filosofia da Ciência da Modernidade, como ponto de partida de uma analítica da linguagem: *o pressuposto do solipsismo metódico*. De maneira semelhante a Descartes, Locke, B. Russel e ainda Husserl, também o neopositivismo parte em última análise do pressuposto de que, em princípio, “um só” poderia conhecer algo *como* algo e dessa forma fazer ciência”. Para saber mais ver: OTTO-APEL, Karl. *Estudos de Moral Moderna*. Benno Dischinger (trad). Petrópolis: Editora Vozes, 1994.

⁴³ POINCARÉ, Henri. *Ensaio Fundamentais*. Vera Ribeiro (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

ciência não se faz sem crenças, pressupostos e valores. Até mesmo as atividades experimentais não são neutras, não são apenas “práticas puras” destituídas de tais elementos:

Diz-se com frequência que é preciso experimentar sem ideias preconcebidas. Isso não é possível; não apenas equivaleria a tornar estéril qualquer experimento, como veríamos que se trata de uma impossibilidade. Cada um traz em si sua concepção de mundo, da qual não pode desfazer-se com tanta facilidade. É preciso, por exemplo, servir-nos da linguagem; nossa linguagem é repleta de ideias preconcebidas, e nem poderia ser de outro modo. Só que se trata de ideias preconcebidas inconscientemente, mil vezes mais perigosas que as outras (POINCARÉ. 2008, p. 225).

Em toda atividade científica as ideias pré-concebidas desempenham relevante papel. Em nossa interpretação, Poincaré trabalha com duas classes de ideias pré-concebidas: as “perigosas” e as necessárias, ambas inevitáveis, cuja eliminação é impossível. Daí resulta que nenhuma prática científica é uma “prática pura” epistemicamente neutra, pois qualquer que seja o procedimento de pesquisa, sempre há uma base de ideias atuando, consciente ou inconscientemente. Se quisermos utilizar a palavra “teoria” em sentido bastante aberto e pouco rigoroso, apenas designando uma ideia ou conjunto de ideias, então poderemos dizer que isso significa que toda prática pressupõe uma teoria. As experimentações, deste modo, estão impregnadas de teoria.

Em nossa leitura, é isso o que diferencia ideologia e metafísica. A atividade científica sempre está eivada por uma tanto quanto por outra. A ideologia é formada por aquelas ideias inevitáveis e inconscientes e possivelmente perigosas que o investigador carrega consigo, e das quais não consegue se despir quando, por exemplo, entra no laboratório. A metafísica é formada por aquelas ideias que o pesquisador deve assumir conscientemente como seus pressupostos: ele não somente não tenta se despir delas, como é “obrigado” a vesti-las por onde quer que vá, como um par de lentes que ele utiliza para ver o mundo. São pressupostos como ordem, unidade e simplicidade.

Poincaré assume que a prática científica possui pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, isto é, valores. Ilustra como determinadas “tensões constitutivas” estão presentes ao longo da história da ciência. Poincaré não está alheio ao jogo de interesses que se passa nas práticas científicas. Sabe que, por um lado, a ciência é defendida como uma busca desinteressada pela verdade, mas que essa visão não é única e não está acima de críticas, pois, por outro lado, há quem defenda que o valor da ciência pode ser medido por seus resultados práticos concretos. Justamente por estar ciente de tais tensões que se pergunta pelo valor da

ciência, e conclui que este não pode depender do grau de utilidade prática dos resultados conquistados. O investigador deve estudar os fatos para expor as regularidades que os unificam pela lei, revelando a harmonia da natureza, e não simplesmente para desenvolver utilidades práticas:

Não podemos conhecer todos os fatos, e é preciso escolher aqueles que são dignos de ser conhecidos. A se acreditar em Tolstoi, os cientistas fariam a escolha ao acaso, em vez de fazê-lo – o que seria razoável – tendo em vista aplicações práticas. **Os cientistas, ao contrário, creem** que certos fatos são mais interessantes que outros porque completam uma harmonia inacabada, ou porque fazem prever um grande número de outros fatos. Se estão errados, se essa hierarquia dos fatos que **implicitamente postulam** não é mais que vá ilusão, **não poderia haver ciência pela ciência, e por conseguinte não poderia haver ciência.** Quanto a mim, creio que eles têm razão e, por exemplo, mostrei anteriormente qual é **o alto valor dos fatos astronômicos, não porque sejam suscetíveis de aplicações práticas, mas porque são os mais instrutivos de todos** [grifo nosso] (POINCARÉ. 1995, p. 172)⁴⁴.

Este trecho acima é muito significativo, em nossa interpretação, por diversas razões. Primeiro, porque Poincaré admite a pluralidade e a vastidão do real, uma vez em que assume que a quantidade de fatos é tamanha que não podemos conhecer a todos os tipos de fatos, logo, temos que fazer uma escolha. Como essa escolha pode ser feita, e como é realmente feita? A escolha poderia obedecer três caminhos. Ao acaso, conforme Tolstoi, objetivando aplicações práticas (seria a escolha utilitarista), ou, enfim, pela crença em uma *hierarquia dos fatos*, ou seja, pelo pressuposto de que há uma harmonia da natureza, e que alguns fatos podem nos levar a uma maior compreensão dessa harmonia do que outros. Os cientistas, argumenta Poincaré, optam por essa terceira via, portanto negam tanto o acaso quanto o utilitarismo. E é também nessa resposta que ele acredita. Sem esse pressuposto, que repousa, em última instância, em uma crença, diz o autor, não poderia haver *ciência pela ciência*.

Ora, não poderia haver ciência sem *ciência pela ciência*? Não! Responde o matemático. Sem a ciência como fim, não haveria o que se possa chamar de ciência como um meio. *A ciência pela ciência* é o núcleo, o fundamento, do ideal de ciência. Entendemos isso de dois modos: (i) Pode haver ciência pura, ou básica, sem ciência aplicada (o que não é desejável), mas não pode haver ciência aplicada sem ciência pura. Há entre esses dois modos de pesquisa tensões, interdependências, correlações, entrelaçamentos. O quadro real é deveras complexo e muitas vezes podemos ter dificuldade para entender onde uma termina e a outra começa. Mas, ainda assim, entre ambas, parece haver uma relação de necessidade e contingência, em sentido lógico. A ciência pura é necessária em relação à ciência aplicada, pois sem pesquisa básica, o mercado de inovações tende a esgotar-se à medida que cria e

⁴⁴ Op. Cit.

recria a partir do já conhecido; (ii) A *ciência pela ciência* é o núcleo do ideal de ciência não somente pelas considerações acima, mas porque contém aquela base metafísico-axiológica, em suma, o “espírito” da pesquisa científica. Sem esse espírito, o que fica? Sem o *ethos* da *ciência pela ciência* a pesquisa se reduz a um modo de produção técnico para suprir demandas práticas da vida social e econômica e satisfazer interesses estratégicos de determinados grupos. Estamos mais que dispostos a considerar que a ciência é isso *também*, mas não a conceber que seja *só* isso.

Esse ideal de ciência pela ciência nos permite entender como, para Poincaré, a questão acerca do valor da ciência responde uma metaquestão, “qual é o valor da civilização?”. Isto é; o problema do valor da ciência é também a pergunta por sua importância cultural, pelo espaço que ela ocupa em nossa vida espiritual, pela sua posição na tradição intelectual. Perguntar pelo valor da ciência é também perguntar “o que é a civilização sem a ciência?”. Se sem ciência a civilização fica mais pobre apenas materialmente, então seu valor é somente prático e utilitário, mas, se sem ciência nossa pobreza é também espiritual, se não perdemos somente máquinas e arranha-céus, indústrias e suas benesses, mas “algo a mais”, se perdemos cosmovisões, se o que perdemos é o modo como compreendemos a nós mesmos e ao mundo, um jeito de pensar, de ver, de encarar as coisas, se perdemos um universo simbólico, um estilo de pensamento e um modo de ver o mundo, então perder a ciência não seria para a vida intelectual, para a cultura, um empobrecimento menor do que perder a arte, por exemplo. Em suma, para Poincaré, nosso problema assume uma resposta bastante interessante. A *ciência pela ciência* é parte fundamental do valor da civilização:

Só pela ciência e pela arte as civilizações têm valor. Alguns espantaram-se com a fórmula “a ciência pela ciência”; e contudo ela não é menos surpreendente que “a vida pela vida”, se a vida não é mais que miséria; e até mesmo do que “a felicidade pela felicidade”, se não julgarmos que todos os prazeres são da mesma qualidade, se não quisermos admitir que o objetivo da civilização é o de fornecer álcool aos que gostam de beber [grifo nosso] (POINCARÉ. 1995, p. 172)⁴⁵.

Pensar que o objetivo da ciência é fornecer máquinas aos que desejam produzir é como pensar que *o objetivo da civilização é o de fornecer álcool aos que gostam de beber*. Perguntar para o que serve a ciência, ou como a ciência é útil, é tão pouco razoável, ou tão *non sense*, quanto perguntar para o que serve a civilização, ou para o que a civilização é útil. Ora, argumentamos que a civilização “é tudo”, e por isso mesmo, “não serve para nada”, pois não há nada “fora” dela. A civilização não é um meio, mas o fim. Não é “por meio da” civilização que alcançamos a realização pessoal, a evolução espiritual, a felicidade, e

⁴⁵ Idem.

quaisquer outras noções cuja definição rigorosa nos escapa por entre os dedos. É “na” civilização, qualquer que seja, que podemos fazê-lo. Se Poincaré está certo, e o valor da civilização emana da ciência e da arte, se uma civilização possui valor não por suas guerras e conflitos, nem pela grandiosidade e eloquência de suas maquinarias, ou pelo tamanho de seu território, mas pelo legado de suas ciências e de suas artes, quanto menor, ou mais restrito o valor da ciência e da arte, mais pobre a própria civilização. Isso nos lembra, de certo modo, as palavras do físico filósofo Niels Bohr em um discurso no Congresso Internacional de Ciências Antropológicas e Etnológicas em 1938⁴⁶. Bohr, que muitas vezes ainda se referia à física, e demais ciências da natureza, como Filosofia Natural em pleno século XX, intitulou o texto de “Filosofia Natural e culturas humanas” e discorreu acerca do lugar das ciências naturais na cultura:

Evidentemente, **é impossível traçar uma distinção nítida entre a filosofia natural e a cultura humana**. As ciências físicas, na verdade, são parte integrante de nossa civilização, não apenas pelo fato de nosso domínio cada vez maior das forças da natureza haver modificado tão completamente as condições materiais da vida, mas também porque o estudo dessas ciências contribuiu muito para esclarecer os antecedentes de nossa própria existência. Nesse aspecto, que significado terá tido não mais nos considerarmos dotados do privilégio de viver no centro do universo, cercados por sociedades menos afortunadas, vivendo a beira do abismo, e sim, mediante o desenvolvimento da astronomia e da geografia, haveremos reconhecido que todos dividimos um pequeno planeta esférico do sistema solar, que, por sua vez, é apenas uma pequena parte de sistemas ainda maiores? (BOHR. 1995, p. 29-30)⁴⁷.

E prosseguiu enfatizando a importância da ciência para a cosmovisão da civilização, isto é, para seu entendimento existencial e cósmico:

Quão imperiosas não foi também a advertência que recebemos, em nossa época, sobre a relatividade de todos os juízos humanos, através da revisão renovada dos pressupostos subjacentes ao uso inambíguo até mesmo de nossos conceitos mais elementares, como espaço e o tempo, os quais, ao revelarem a dependência especial em que estão todos os fenômenos físicos do ponto de vista do observador, tanto contribuíram para a unidade e a beleza de toda a nossa visão de mundo? (BOHR. 1995, p. 30)⁴⁸.

Tais palavras de Bohr são bastante pertinentes para nossos propósitos, e para um diálogo com Poincaré. Assim como este, Bohr reconhece que as ciências naturais são constitutivas da civilização como partes fundamentais da cultura. Assume que há uma tensão, ou uma complexidade intrínseca às ciências, pois elas são importantes tanto porque modificam a base material da vida econômica e social quanto porque alteram nossa concepção

⁴⁶ BOHR, Niels. *Física atômica e conhecimento humano*. Vera Ribeiro (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

⁴⁷ Idem.

⁴⁸ Idem.

de mundo, porque, de algum modo, oferecem respostas para antigos problemas filosóficos como “quem somos nós?”, “qual é nosso lugar no cosmos?”, “o que é o drama humano face ao universo?”. A ciência não nos fornece somente respostas para demandas práticas utilitárias, mas também ideias abstratas que compõem as soluções culturais para tais problemas existenciais, isto é, pela ciência também extraímos um entendimento de nossa relação com o mundo e do nosso lugar na natureza. A ciência contribui para a beleza e a unidade de nossa visão de mundo. Para salientar tal ideia, assim como Poincaré, Bohr evoca a astronomia como exemplo de como as ideias científicas enriquecem a cultura e alteram a vida espiritual da civilização. Bohr indica que geocentrismo e heliocentrismo não são apenas modelos astronômicos distintos. A querela não é meramente técnica. São duas culturas diferentes, duas respostas diferentes para o lugar do homem no universo e o estatuto existencial da vida humana. A passagem de um sistema ao outro não é um parágrafo na história das ideias da filosofia natural, mas todo um importante capítulo na história social e cultural da civilização. Por motivos semelhantes, Poincaré insiste no *alto valor dos fatos astronômicos*, pois a astronomia, muito mais do que um modo de gerar avanços técnicos e inovações tecnológicas, é uma maneira de descobrirmos nosso lugar no mundo. Reconhecendo a tensão constitutiva entre a utilidade prática e a utilidade epistêmica e cultural das ciências naturais, Poincaré oferece uma resposta para o que serve a astronomia:

Bem poderíamos lhes falar da Marinha, cuja importância ninguém pode ignorar, e que tem necessidade da astronomia. Mas isso seria abordar a questão por seu lado menos importante. **A astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos; é útil porque é grande; é útil porque é bela;** é isso que se precisa dizer. É ela que nos mostra quão pequeno é o homem no corpo e quão grande é no espírito, já que essa imensidão resplandecente, onde seu corpo não passa de um ponto obscuro, sua inteligência pode abarcar inteira, e dela fruir a silenciosa harmonia. Atingimos assim a consciência de nossa força, e isso é uma coisa pela qual jamais pagaríamos caro demais (...) (POINCARÉ. 1995, p. 101)⁴⁹.

Novamente é necessário salientar a importância da beleza para Poincaré. *A astronomia é útil porque é bela*, nos diz o matemático francês. A beleza, conforme André Carli Philot (2015), vai se tornando o grande critério epistêmico de Poincaré:

Poincaré aponta os critérios capazes de nos conduzir a uma teoria útil: eles devem ser *gerais, regulares, semelhantes, simples, econômicos*, mas, sobretudo, *belos*. Poincaré faz com que todos os critérios anteriores sejam reduzidos ao critério da beleza. A simplicidade é bela e por isso preferimos os fatos simples; a economia de esforço, uma constante tendência científica, também é bela, e por isso ela é vantajosa (PHILOT. 2015, p. 87)⁵⁰.

⁴⁹ Op. Cit.

⁵⁰ PHILOT, A. C. *A função e natureza das convenções e hipóteses segundo o convencionalismo francês da virada do século XIX para o XX: relações entre ciência e metafísica nas obras de Henri Poincaré, Pierre Duhem e*

Não somente porque a marinha depende da astronomia, mas também por que *a astronomia é bela*, é que ela é útil. Em nosso argumento central concebemos que essas duas tendências, a ciência pela ciência (a ciência como busca da verdade e do belo) e a ciência voltada para a aplicação prática, sempre fizeram e farão parte da investigação da natureza. A imagem, quiçá jocosa, que fazemos, é a da ciência como uma balança em que a “ciência pela ciência”, e a “ciência para a aplicação prática” são os pesos que se equilibram nos dois braços. A balança ideal, em nossa visão, é aquela que tende ao equilíbrio, mas com vantagem para a ciência pela ciência. Lembramos que o que entendemos aqui por “ciência pela ciência” não é somente a pesquisa pura, básica, mas, sobretudo, a sua base metafísico-axiológica, o seu *ethos*, o ideal de ciência como parte constitutiva da vida espiritual da civilização, do mundo intelectual da cultura. Ao longo do trabalho argumentaremos que, nos modos hegemônicos de produção do conhecimento científico na atualidade, a balança encontra-se bastante desequilibrada em sentido inverso: cada vez mais ciência como meio de produção de utilidades práticas e cada vez menos como cosmovisão, vida intelectual, busca do verdadeiro, do bom e do belo. Como um pensador sofisticado e profundo, Poincaré não se limitou a endossar uma dicotomia insuperável entre a ciência como busca da verdade e da harmonia e a ciência como modo de produção de aplicações práticas, mas soube reconhecer a coexistência dessas duas direções na pesquisa científica. Contudo, não se reservou a apenas descrever essa “tensão essencial”, para utilizarmos um termo de Kuhn. Nosso matemático foi além e defendeu que embora não haja uma contradição entre a utilidade abstrata e intelectual e a utilidade concreta e prática, ambas não simplesmente se equivalem e se harmonizam. As duas são importantes e necessárias, mas a natureza da primeira é mais sublime do que a da segunda. A primeira é um fim, e a segunda, um meio, e mesmo, um meio para aquele fim. Poincaré não poderia ignorar essa coexistência de tendências na ciência, uma vez que ele mesmo trabalhou tanto em ciência pura e aplicada, por exemplo, no *Bureau des Longitudes* da França (GALISON, 2004)⁵¹.

Poincaré faz o exercício explícito de tentar entender a perspectiva utilitarista e de se perguntar se a ciência não poderia ser mais útil, não poderia nos dar algo a mais do que simplesmente uma *alma capaz de compreender a natureza*. Conclui, todavia, que a relação entre ciência e indústria, a tensão entre a busca epistêmica e o utilitarismo prático se resolve

Édouard Le Roy. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

⁵¹ GALISON, P. *Einstein's clocks, Poincaré's maps: empires of time*. New York: W. W. Norton, 2004.

quando invertemos o ônus do problema. Não é a ciência que deve se provar útil para o incremento da base material, do progresso técnico, da inovação tecnológica, isto está provado. Que a ciência também “serve” para isso, não há o que se contestar, pois a história o demonstra claramente. Se um físico teórico, ou um matemático puro não dependem, necessariamente, de aparatos tecnológicos e máquinas de última geração para elaborar teorias e teoremas ou resolver equações que podem perdurar por décadas, ou mesmo séculos, até que alguém seja capaz de aplicar tal conhecimento à construção de alguma tecnologia, o engenheiro e o tecnólogo, por sua vez, não podem construir uma máquina a partir de uma base teórica zero. Toda máquina industrial funciona de acordo com as leis conhecidas da física, e os instrumentos científicos pressupõem, em alguma medida, alguma base teórica.

Como diz Latour em *Vida de laboratório*, os instrumentos científicos são o resultado de alguma literatura oriunda da pesquisa básica em algum outro domínio. Latour lembra como Bachelard se referia aos aparelhos como “teoria reificada” e endossa que a base material de um laboratório representaria a reificação do conhecimento que fora estabelecido na literatura científica de outro campo. O funcionamento de um espectrômetro de massa, por exemplo, utilizado em um laboratório de fisiologia, depende da pesquisa básica na área de física de isótopos, tanto quanto um cromatográfico líquido de alta pressão tem sua origem na química analítica. Tais instrumentos foram desenvolvidos com algum propósito teórico (argumentamos que a própria prática é um propósito teórico, e que a própria elaboração teórica é uma prática, de modo que não há dicotomia entre as dimensões teórica e prática da pesquisa científica) e, mais do que isso, foram construídos e funcionam, a *partir* de alguma teoria (LATOURE. 1997, p. 64-65) ⁵².

Retomando nossa discussão, então não cabe perguntar se a ciência pode ser útil para a indústria, pois isto está dado, mas em que medida a indústria, a tecnologia, a aplicação prática, pode ser útil à ciência. Nossa vindicação é que entre ciência e indústria, pesquisa

⁵² Op. Cit. Não ignoramos o quão complexa pode ser essa relação entre teorias, máquinas e instrumentos. Por um lado, Bachelard concebia os instrumentos como teorias reificadas; Latour, como a reificação de alguma literatura; enquanto Koyré pensou que um instrumento é a encarnação de alguma teoria e que todo experimento pressupõe uma teoria prévia (no que é acompanhado por Hanson). Por outro lado, Galison, em *Os relógios de Einstein e os mapas de Poncaré*, se dedica a demonstrar como mesmo as ideias mais abstratas podem ser, e com frequência o são, inspiradas pelo contato dos cientistas com o mundo das máquinas. Em outra ocasião, Galison (2003) enfatiza tal ideia: “I want to get at how theorists in the production of the most abstract ideas of physics, whether it’s quantum field theory, relativity theory, or any other branch of theory, come to their concerns in relationship to very specific kinds of machines and devices in the world”. Recentemente argumentei que a tentativa de Galison de demonstrar a relação entre as ideias da relatividade especial e as máquinas do Escritório de Patentes de Berna era insuficiente para explicar como Einstein elaborara os principais conceitos de sua teoria. Em: SILVA, Vinícius Carvalho. *Os microscópios de Galison e os telescópios de Jammer: qual imagem de ciência nos interessa mais?*. In: Scientiarum Historia VIII, 2015, Rio de Janeiro. Filosofia, Ciências e Artes: conexões interdisciplinares - (In)certezas e (In)completudes. Rio de Janeiro: UFRJ-HCTE, 2015. v. 1. p. 44.

básica e pesquisa aplicada, há uma imbricação, uma hierarquia entrelaçada, isto é, uma relação intrínseca de retroalimentação. Assim como a ciência possibilita o desenvolvimento técnico e tecnológico, a técnica e a tecnologia oferecem à ciência instrumentos e procedimentos sem os quais a pesquisa não pode avançar. Ao mesmo tempo, é bem verdade que em alguns rincões esotéricos da física, da cosmologia, da matemática pura, entre outras, existem esforços puramente teóricos, intelectuais, cuja função da máquina é, quando muito, abrir o caminho para o pensamento livre. Esse entrelaçamento ou imbricação, essa tensão essencial e constitutiva, são intrínsecas à pesquisa científica. Segundo o economista clássico brasileiro, há um profundo entrosamento entre ciência e economia no capitalismo:

De um lado, é a ciência que fornece à indústria os elementos necessários para o desenvolvimento desta última e para a ampliação de sua capacidade produtiva – que é o que realmente se encontra em jogo, isto é, incrementar pela técnica a produtividade do trabalho. Mas do outro lado, é o progresso técnico assim alcançado que abre perspectivas para a pesquisa e a elaboração científicas, e lhes proporciona com isso novos avanços (PRADO JÚNIOR. 1957, p. 144)⁵³.

Que a ciência é útil para a produção de inovações tecnológicas, instrumentos e máquinas, é tão óbvio quanto o fato de que instrumentos e máquinas são úteis à produção de novos conhecimentos científicos que não somente testam teorias consolidadas como inspiram a elaboração de novas teorias e entidades teóricas. Mas o que Poincaré está a se perguntar é outra coisa. Em última instância, em sentido ideal, qual é o valor da tecnologia para a ciência? O que o desenvolvimento da base material pode oferecer, em nível máximo e de modo mais sublime, à evolução do espírito? Como a ciência pode ser útil para a aplicação prática, e a aplicação prática servir à ciência?

Ao falar assim, coloco-me no ponto de vista daqueles que só apreciam as aplicações práticas. É verdade que esse ponto de vista não é o meu; ao contrário, se admiro as conquistas da indústria, é sobretudo porque, ao nos livrar das preocupações materiais, um dia elas darão a todos o lazer de contemplar a natureza. Não digo que a ciência é útil porque nos ensina a construir máquinas; digo que as máquinas são úteis porque, ao trabalhar para nós, um dia nos deixarão mais tempo livre para fazer ciência. Mas, enfim, não é indiferente observar que não há discordância entre os dois pontos de vista e que, tendo o homem perseguido um objetivo desinteressado, todo o resto lhe veio por acréscimo (POINCARÉ. 1995, p. 106)⁵⁴.

O valor da tecnologia está em poder nos libertar do jugo opressivo do trabalho e nos liberar para a ciência. Há, embora em forma de crisálida, uma forte concepção política nessa passagem, que não é desenvolvida no texto. A ciência possibilita a indústria e a tecnologia, e

⁵³ PRADO JÚNIOR, Caio. *Esboço dos Fundamentos da Teoria Econômica*. São Paulo: Brasiliense, 1957.

⁵⁴ Op. Cit.

estas, por sua vez, criam as bases materiais necessárias à implantação de uma nova fase histórica das sociedades, em que a máquina, ao fazer o trabalho humano mais braçal e menos nobre, libera o ser humano para as atividades intelectuais mais elevadas⁵⁵. Tal visão política será uma utopia? É como se o desenvolvimento da base material fosse uma etapa fundamental para o florescimento de uma civilização do espírito, que tendo alcançado sua liberdade dos afazeres práticos, tendo assegurado sua sobrevivência, poderá agora não somente viver, mas levar a cabo o ideal de viver bem, viver de modo criativo. Viver para a ciência e as artes. Em tal utopia, certamente bela e desejável, podemos dizer que a indústria e o desenvolvimento técnico e tecnológico têm a “missão” de criar as condições necessárias para um mundo de *ciência pela ciência* e “arte pela arte”, por exemplo.

Em *Ainda a questão da “arte pura”*, Gilberto Freyre, tece considerações muito interessantes acerca das relações e tensões entre arte e indústria, entre o fazer artístico e o empreendimento técnico, entre arte pura e arte aplicada e entre arte e ciência. Freyre concebera que uma nova reintegração entre ciência e arte, apartadas desde a Renascença, estava em curso. Para Freyre, Poincaré é justamente um dos maiores exemplos de tal convergência:

O matemático francês Henri Poincaré, em 1907, já observava a tendência para essa reintegração através de uma expressão de economia de esforço, que, sendo constante na ciência, seria também fonte de beleza nas artes. Haveria assim coincidência nos dois empenhos, o científico e o artístico (...) (FREYRE. 2010, p. 264)⁵⁶.

A busca da beleza, portanto, segundo a interpretação que Freyre faz da filosofia de Poincaré, reintegra essas duas dimensões da cultura, ou, poderíamos dizer, seria o elemento de unificação entre ciência e arte. Esse novo Renascimento, ainda pensando em termos utópicos, seria marcado não somente pela reintegração entre a investigação científica e a criação artística, bem como por frutíferas interações entre arte, ciência, técnica e indústria, mas também pela revolução política e social decorrente da liberação do homem para as atividades criativas a partir do advento da máquina como principal força de trabalho não criativo.

⁵⁵ Em história da economia verificamos que o “desemprego tecnológico” é um problema clássico. Algo a oscilar entre a utopia e a distopia. Conforme Couto, Garcia, Freitas e Silvestre (2011): “Grandes escritores ao longo dos séculos, principalmente de ficção científica, imaginaram um mundo em que as máquinas iriam substituir os trabalhadores no árduo esforço de produzir bens e serviços. Livres das obrigações produtivas, ou da maior parte delas, os homens teriam mais tempo para dedicar sua força e inteligência a atividades mais prazerosas, tornando a vida humana mais alegre e menos sofrida. Até mesmo Aristóteles, um dos maiores pensadores da humanidade, imaginou uma sociedade sem a necessidade de trabalho e, por consequência, sem a necessidade de escravos. Keynes (1999) chegou a imaginar o homem trabalhando apenas três horas por dia no ano de 2030”. Ver: COUTO, Joaquim Miguel et al. *Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação brasileira (1990-2007)*. Econ. soc., Campinas, v. 20, n. 2, p. 299-327, Aug. 2011.

⁵⁶ FREYRE, Gilberto. *Ainda a questão da “arte pura”* in Gilberto Freyre - Coleção Pensamento Crítico. Clarissa Diniz; Gleyce Heitor (Org.). Rio de Janeiro: Funarte, 2010.

Todavia, por mais atraente que essa utopia nos pareça, não deve ser tomada sem exaustivas problematizações. Não estamos de acordo com uma visão “etapista” das evoluções material e espiritual. Não creio que o progresso da base material poderá, um dia, nos libertar, dando-nos tempo livre para fazer ciência pela ciência. Ou as duas evoluções são simultâneas, ou, quando atingirmos o clímax da civilização material, já não haverá espírito livre para fazer ciência. O que estamos querendo dizer aqui é que corremos o risco de uma nova “Queda” para utilizar um termo mítico. Se o utilitarismo prático não for a base metafísico-axiológica somente de determinadas áreas da pesquisa científica contemporânea, mas, se, por hipótese, for bem mais do que isso, o *ethos* da civilização contemporânea, nosso *zeitgeist*, então a tecnologia não poderá nos libertar como sonhou Poincaré, pois nesse exato momento, ao invés de nos deixar mais livres, ela nos estaria constringendo a novos modos sutis de servidão e compulsão. A promessa de liberdade pode revelar-se como uma glamourosa prisão. Cremos que Cupani trata desta questão quando afirma:

Mas – e isto é o decisivo – o consumo universal de produtos é a *realização da promessa da tecnologia*. O sonho de uma vida humana menos penosa e mais rica tem-se transformado numa cultura que visa apenas o lazer derivado de consumir cada vez mais produtos tecnológicos. A vida dentro do “paradigma da tecnologia” resulta sem rumo e, no entanto, impositiva (CUPANI. 2004, p. 503)⁵⁷.

A degradação da promessa de liberdade em um hedonismo consumista pode ser a dura realidade dos fatos. A cultura atual, valendo-se da tecnologia, poderia não visar liberdade, não desejar realmente a ciência e a arte, mas os prazeres fáceis, o lazer e o entretenimento. Muitos intelectuais, como o liberal Mario Vargas Llosa, têm demonstrado seu mal-estar com a civilização. Em seu *A civilização do espetáculo* ⁵⁸Llosa diz:

O que quer dizer civilização do espetáculo? É a civilização de um mundo onde o primeiro lugar na tabela de valores vigente é ocupado pelo entretenimento, onde divertir-se, escapar do tédio, é a paixão universal (LLOSA. 2013, p. 29).

É a civilização atual, em sua concepção. Na civilização do espetáculo a cultura visa apenas o lazer e, conforme Cupani, o lazer é conquistado diante do crescente consumo de produtos tecnológicos. As críticas à utopia tecnológica são antigas, e partem de pensadores como Benjamin, Gramsci e Marcuse, dentre outros. Para Daniel Rops, seria um engodo acreditar que a libertação humana ocorre como uma consequência natural e instantânea do aparecimento das máquinas. Considerar isso seria desconhecer que as intervenções técnicas

⁵⁷ CUPANI, Alberto. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Sci. stud.*, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 493-518, Dec. 2004.

⁵⁸ LLOSA, Mario Vargas. *A Civilização do Espetáculo*. Ivone Benedetti (Trad.). Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

nas sociedades acontecem a partir de intrincados jogos de interesses que envolvem problemas econômicos e morais (ROPS, 1955)⁵⁹. A questão política é muito mais complexa do que podemos considerar à primeira vista. Não basta que as condições materiais sejam alcançadas para a libertação humana, pois a evolução espiritual deve ocorrer paralelamente.

A revolução operada pela máquina não pode senão lançar o mundo numa nova barbaria, depois de o ter feito atravessar tempos de horror, a não ser que uma revolução espiritual se realize paralelamente e, à medida que transformar o mundo, o homem escutar dentro em si, imperativa, a máxima de S. Paulo: <<Sede transformados!>> (sic) (ROPS. 1955, p. 274).

Se o sistema político não for modificado, as máquinas irão apenas ampliar o poder de domínio e controle dos grupos historicamente hegemônicos, e outras desordens sociais surgirão conseqüentemente, resultando em uma situação conflituosa, não em uma utopia do espírito, mas em uma distopia do poder e da violência:

Ora, a evolução da nossa sociedade torna este conflito muito violento. A máquina, eliminando o trabalho, não permite ao homem ganhar o suficiente para satisfazer as suas necessidades. A baixa simultânea dos produtos deveria permitir comprá-los a preços muito baixos, mas o sistema econômico é tal que se torne mais vantajoso destruir esses produtos do que vendê-los. Os que não têm trabalho não podem comprar, sobrevém a paralisação das vendas, os preços reduzem-se e tornam-se necessárias novas destruições. O círculo vicioso fecha-se admiravelmente sobre si (ROPS. 1955, p. 274).

O desenvolvimento da cultura material pode ser uma condição necessária para uma civilização da ciência e da arte, mas não é uma condição suficiente. Somente a revolução política e social – seja lá sob quais bases – poderá assegurar que a *revolução operada pela máquina* nos liberte ao invés de nos lançar em uma nova barbárie⁶⁰.

Em síntese, após tal digressão, gostaríamos de resumir até onde avançamos aqui a partir da filosofia do matemático francês. Nosso “Fio de Ariadne” é a questão “qual é o valor da ciência?”. Vimos como Poincaré exemplifica bem nossa tese da compatibilidade entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos. A ciência de Poincaré possui um *ethos* compatível com o pressuposto de que a pesquisa natural pode se aproximar da verdade e da

⁵⁹ ROPS, Daniel. *Para um futuro humano* in Para Além da Ciência. Eduardo Pinheiro (Trad.) Porto: Livraria Tavares Martins, 1955.

⁶⁰ Couto et al. em *Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação Brasileira (1990-2007)* (Op. Cit.) lembram que a substituição do trabalho humano pela máquina no regime capitalista, conforme Marx, é acompanhado do aumento da situação de precariedade da classe trabalhadora. Em seus *Manuscritos*, Marx concebe que a tendência do sistema capitalista é substituir o trabalho humano pela máquina. Ver: MARX, Karl. *Maquinaria e trabalho vivo – os efeitos da mecanização sobre o trabalhador* in *Manuscritos*. Diego Grossi Pacheco (Trasc.). Disponível em: <<<https://www.marxists.org/portugues/marx/1863/05/maquinaria.htm#tr1>>>. Cabe ressaltar que, ainda conforme a teoria marxista, com a socialização dos modos de produção, o desenvolvimento tecnológico deixa de ser um elemento de opressão e se torna uma força de libertação do ser humano.

unidade da natureza, contemplando e se deleitando com sua beleza e harmonia. A ciência é importante tanto para a cultura quanto para a vida prática, e assim como é valiosa para nossa cosmovisão, para as respostas que damos a questões fundamentais como quem somos e qual é o nosso lugar na existência universal, também o é para a indústria e para o bem-estar humano. Deste modo, a busca pelo conhecimento puro por meio do pensamento livre e desinteressado e a condução da pesquisa pelos interesses em aplicações práticas se desenvolvem paralelamente em uma relação eivada por convergências, sobreposições e tensões. Poincaré pensa que, em grau mais elevado, a *ciência pela ciência*, junto com a arte, possui inestimável valor cultural e sustenta nosso ideal de civilização, e que o desenvolvimento áureo da tecnologia poderia nos libertar para uma vida mais contemplativa e espiritual.

1.2 O valor da ciência entre Heisenberg, Schrödinger e outros físicos filósofos

Podemos dizer que, em todas as épocas em que houve ciência, tal questão sobre o valor da ciência esteve posta como um contínuo exercício de reflexão acerca da pesquisa científica e até mesmo de justificativa de sua prática junto a diversos setores da sociedade. Deste modo, Poincaré não foi o único de seu tempo a pensar detidamente no assunto. São muito enriquecedoras as respostas que físicos filósofos do início do século XX ofereceram para tal questão, tais como Werner Heisenberg e Erwin Schrödinger. Muito se enfatiza que Heisenberg e Schrödinger discordavam em suas interpretações da teoria dos *quanta*. Apesar de suas diferentes formulações matemáticas da teoria física e de suas divergências filosóficas, sobretudo em questões ontológicas, ambos convergiam quanto ao problema da importância da ciência e de sua razão de ser: embora o desenvolvimento técnico e o avanço tecnológico fossem consequências importantes e desejáveis, não poderiam ser tomados como fins, mas como meios e consequências da pesquisa científica. De acordo com Heisenberg, os critérios para se mensurar o valor da pesquisa científica devem ser epistêmicos (beleza, “fertilidade”) e não práticos:

Em todo caso, **o valor de uma realização científica não é medido segundo o objeto**, isto é, não é medido segundo a significação humana do material a ordenar, e, com maior razão, **não segundo uma “utilidade prática” qualquer, mas apenas**

segundo a beleza e a força frutífera das estruturas expostas. [grifo nosso] (HEISENBERG. 2009, p. 130)⁶¹

Heisenberg pensava que o valor da pesquisa científica não se subordinava a quaisquer utilidades práticas que poderiam ser desenvolvidas a partir do conhecimento obtido, mas, isto sim, decorria *apenas* de sua capacidade de, ao estudar a natureza, revelar-lhe a beleza e sua *força frutífera*, suas regularidades e sua conexão com outros fenômenos que a tornavam parte de um todo unificado por uma ordem central⁶². Heisenberg era altamente sensível ao problema do avanço histórico da mentalidade utilitarista. Goethe foi um dos pensadores com quem mais dialogou em seu íntimo. Em *Goethe: Natureza e mundo científico e técnico*⁶³, Heisenberg coaduna com o velho filósofo natural e poeta. Se sua imagem de ciência não saiu vitoriosa, Goethe, ao menos, e isso já é um grande feito, conseguiu antever alguns perigos de um mundo tecnocientífico. Heisenberg admite que o espírito do seu tempo seja marcado pelo imperativo da utilidade prática. Como um homem de sua época, Heisenberg não condenara o avanço técnico e a inovação tecnológica. Antes, soubera valorizar as conquistas da técnica em diversos campos, como na medicina e nos transportes.

Contudo, ao invés de assumir a utopia tecnológica, Heisenberg nos previne contra a outra face do progresso. Um mundo cujo espírito está marcado pelo imperativo da utilidade e cuja base material é dominada pela máquina pode revelar-se não uma utopia dos sábios e do espírito, mas uma distopia de hedonistas medíocres. Palavras fortes, sem dúvida, mas pronunciadas pelo velho poeta e referendadas pelo físico filósofo:

Goethe reconoció que la confirmación progresiva del mundo por lá unión de la técnica y de la ciencia no podía pararse. Así lo expresó con tristeza em lós *Wanderjahre*: <<Me atormenta y me angustia el predominio de la máquina. Se acerca girando como una tempestad, despacio, despacio. Pero há tomado su rumbo, llegará y dará en el Blanco>>. Goethe sabía bien lo que había de venir, y se imagino cómo influiría este futuro em la conducta del hombre. Em uma carta a Zelter se lee: <<La riqueza y la velocidad son la admiración del mundo y todos van atrás ellas. Ferrocarril, correo urgente, barcos de vapor y todas clase de facilidades em las comunicaciones es lo que busca el mundo ilustrado para superarse, para refinarse y para así permanecer em la mediocridad. Este es um siglo perfecto para cabezas ligeras, para hombres prácticos, superficiales, que, dotados de cierta habilidad, hacen sentir sua superioridad sobre las masas, siendo así que su capacidad no rebasa la mediocridad>>. (...) Goethe há sabido prever uma parte considerable del camino y

⁶¹ HEISENBERG, Werner. *A ordenação da realidade: 1942*. Tradução de Marco Antônio Casanova. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

⁶² *Ibidem*.

⁶³ HEISENBERG, Werner. *Más Allá de la Física: Atavessando fronteras*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos de La Editorial Católica, S. A. 1974.

logro examinar com sumo cuidado la parte que le era más cercana. (HEISENBERG. 1974, p. 196-197)⁶⁴.

Em que pese seu reconhecimento das inegáveis vantagens oriundas da técnica e dos avanços industriais, fato é que Heisenberg declara abertamente que o diagnóstico de Goethe expressava bem o rumo dos acontecimentos. As palavras de Goethe, todavia, não são nada amenas, tampouco as de Heisenberg; seu tempo é de homens práticos e superficiais cuja pretensa superioridade não lhes apaga a mediocridade. O eufemismo cientificista não pode fazer-nos esquecer do perigo da distopia. Para Heisenberg, embora grave e contundente, o diagnóstico de Goethe foi preciso; os temores do autor de Fausto não eram injustificados:

Desde entonces há transcurrido siglo y medio y sabemos a donde nos há llevado este camino hasta el presente. Aviones a reacción, calculadoras electrónicas, cohetes espaciales, bombas atómicas: estos son los últimos hitos situados al borde del camino. El mundo que la ciencia de Newton fijó y del que Goethe esperaba poder evadirse, se ha convertido en realidad para nosotros (...) No parece lejano el día em que también la biología entre de lleno em este proceso evolutivo de la técnica. Ya se há hablado, em repetidas ocasiones, de los múltiples peligros que se multiplicarán, más graves incluso que los procedentes de la bomba atómica (HEISENBERG. 1974, p. 196-197)⁶⁵.

E mais, a “utopia” técnica está centrada no critério de utilidade, mas a utilidade não pode ser o valor da ciência, tampouco da civilização:

(...) Talvez la más descarnada alusión la tenemos em la cruel caricatura de um mundo futuro, que Huxley há descrito com el título de *Um mundo nuevo magnífico*. La posibilidad de criar seres humanos destinados a cumplir fines preestablecidos, de ordenar toda la vida tierra racionalmente, es decir, **orientando todos los esfuerzos según el critério exclusivo de utilidad, y com ello la posibilidad de suprimir todo sentido a la vida**, no es outra cosa que la elevación al absurdo de esas premisas com espantosas consecuencias. **Pero no es necesario llevar tan lejos la argumentación para comprender que la utilidad sola no es em modo alguno um valor** (...) [grifo nosso] (HEISENBERG. 1974, p. 198)⁶⁶.

Entre a distopia de Huxley e a situação concreta do mundo de sua época, não havia uma diferença de *ethos*, metafísico-axiológica, ou de natureza, nos diz Heisenberg, mas apenas de grau. A grotesca visão caricatural daquele pavoroso mundo novo, de acordo com o físico filósofo, era a elevação ao absurdo das bases já criadas e consolidadas do mundo tecnocientífico de seu tempo. Um mundo em que a utilidade é a força de orientação, a metafísica dominante e a ideologia hegemônica, o valor da ciência e o modo de ser da civilização, resulta “possivelmente” na supressão do “sentido da vida” para a civilização. Em

⁶⁴ Idem.

⁶⁵ Idem.

⁶⁶ Idem.

nível mais amplo, é isso que está em jogo quando perguntamos pelo valor da ciência: O que é isto, a civilização, e o que lhe dá sentido? O que impede um século de ser vulgar e superficial e medíocre, para utilizar termos ditos por nossos autores, e o que lhe dá sentido, orientação, espírito, uma direção capaz de evitar o niilismo e o horror? A utilidade pode, e deve, oferecer-lhe os meios de elevar o nível de sua base material, a qualidade da vida cotidiana e o bem-estar social, mas não pode ser a sua força de orientação. É preciso aquilo que Boltzmann chama de “o cultivo do ideal”⁶⁷. Também aqui Heisenberg e Goethe comungam: o ideal cultivado não pode ser prático ou hedonista, utilitário ou comercial, mas sublime, verdadeiramente “ideal”. Argumentamos que não se trata apenas do cultivo *de* um ideal, mas do cultivo *do* ideal, não apenas a posse de um objetivo, mas o “gosto” pelo que é intelectual e nos remete à harmonia e perfeição. Para Goethe, assim como para Heisenberg, nada mais ideal, nesse sentido, do que as ideias de unidade (ou unicidade, o uno) verdade, bem e belo⁶⁸. As civilizações que podem florescer e vicejar, e legar às futuras gerações um mundo de ciências, artes e letras impregnado de valores morais que tornam a vida social mais justa e fecunda não são as que perseguem a utilidade, mas aquelas que buscam a unidade e a verdade, cultivam a beleza e lutam para que justiça, paz e prosperidade sejam propriedade comuns da sociedade :

Para Goethe, la verdad era inseparable de la definición del valor. El *unum, bonum, verum*, es decir, lo <<uno, bueno, verdadero>> fue para El, como para los antiguos filósofos, la única brújula posible que puede dirigir a la humanidad en su búsqueda a través de los siglos. (...) **Em um mundo oscurecido, que no se vê iluminado ya por la luz del unum, bonum, verum, las conquistas técnicas son, como expresó Erich Heller em uma ocasião, poco más que intentos desesperados por hacer del**

⁶⁷ BOLTZMANN, Ludwig. *Escritos Populares*. Tradução Antonio Augusto Passos Videira. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2004.

⁶⁸ Embora nesta passagem Heisenberg mencione apenas o *uno*, o *verdadeiro* e o *bom*, sabemos, até mesmo por trecho já citado (2009) da importância do belo em sua filosofia, e a ligação entre verdade e belo. Na realidade, o belo está diretamente ligado à tríade “uno, verdade e bem”, que formam os transcendentais na filosofia medieval. Para saber mais sobre os transcendentais ver: GORIS, Wouter; AERTSEN, Jan. *Medieval Theories of Transcendentals* In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/transcendentals-medieval/>>. Os transcendentais são elementos marcantes dos trabalhos de Tomás de Aquino, Henrique de Gand e Duns Scotus. Já Aertsen nos lembra que a tríade verdade-bem-belo remonta a Platão, embora não em relação de equivalência. O Bem é a forma pura (*eidos*) mais elevada, mas, na impossibilidade de alcançar diretamente o Bem, pode-se buscá-lo por meio da Verdade e do Belo (p. 6). Aertsen mostra ainda como a questão da relação entre a verdade o bem e o belo foi marcante em toda a filosofia medieval. Ver: AERTSEN, Jan. A. *A tríade 'Verdadeiro-Bom-Belo': O lugar da beleza na Idade Média*. In: Viso: Cadernos de estética aplicada, v. II, n. 4 (jan-jun/2008), pp. 1-19. Recentemente Hans-Ulrich von Balthasar defendeu que o conhecimento teológico deve estar assentado na trilogia *verum* (verdade) – *bonum* (bem) – *pulchrum* (belo). Ver: VON BALTHASAR, H.-U. *Herrlichkeit. Eine theologische Aesthetik*, III/1. Einsiedeln, 1965, p. 39; apud AERTSEN, 2008, p. 11. Escrevi acerca da relação entre verdade e beleza especificamente no pensamento de Heisenberg. Ver: SILVA, Vinícius Carvalho. *A interpretação filosófica da mecânica quântica de Werner Heisenberg: Ontologia matemática e crise nos fundamentos da lógica clássica*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

inferno uma especie de domicilio más o menos agradable. Es necesario insistir es este punto, sobre todo frente a quienes creen que com la expansión a escala mundial de la civilización técnico-científica quedarán establecidos todos los presupuestos esenciales para crear uma edad de oro em la tierra. No resulta tan fácil burlar al demonio. [grifo nosso] (HEISENBERG. 1974, p. 199)⁶⁹.

A verdade, o bem e o belo como o supremo ideal, para Goethe, Heisenberg, “bem como para os antigos filósofos”, são a única força de orientação capaz de guiar a humanidade através dos séculos. Sem o cultivo desse ideal, a técnica, a indústria, a tecnologia, não podem construir o “paraíso terrestre”, mas apenas tornar o inferno menos hostil, adorná-lo, convertê-lo em uma *civilização do espetáculo*, um lugar mais agradável para se esperar pela morte enquanto a vida, sem sentido, se consome em frenesi. São sem dúvida palavras rudes e graves, mas de onde partem? É de Goethe, e, sobretudo, de Heisenberg que nos advém tais palavras. Podemos discordar do diagnóstico e de sua concepção de ciência e civilização, mas não nos é possível deixar de reconhecer sua importância como homens de ciência. Seria arrogante e insensato, simplesmente tomá-los como tolos, e negar que disseram o que realmente disseram. cremos ser mais razoável pensar que, como homem do seu tempo, Heisenberg soube compreender os movimentos de sua ciência e da sociedade em que vivia, e que sua preocupação é fruto de uma mente capaz da análise sagaz e não afeita ao alarme pueril. E quanto mais percebemos que homens como Heisenberg e Poincaré não estavam sós em seu mal-estar e preocupação, mais nos convencemos de que suas palavras devem guardar algum grau de verdade, e que entender seus motivos é um esforço que não deve ser ignorado.

Em *A importância da ciência*⁷⁰, o físico e filósofo alemão Carl Friedrich von Weizsäcker, de quem Heisenberg fora orientador de doutorado, coaduna com o antigo professor e declara que, como é de senso comum entre os cientistas, acredita que a importância da ciência reside na verdade, e não na utilidade, do conhecimento científico (WEIZSÄCKER. 1972, p. 11). Entendemos que isto não significa afirmar uma dicotomia entre verdade e utilidade, mas estabelecer uma relação de precedência e preferência entre ambas. A verdade é sempre desejável, mesmo quando não é útil (do ponto de vista da aplicação), mas a utilidade que não emana da verdade pode não ser desejável. Dizendo de outro modo, e alargando o conceito de utilidade de modo a abarcar propósitos mais abstratos e menos práticos, a verdade sempre é útil, embora nem toda utilidade expresse aquilo que é verdadeiro. Isso faz ainda mais sentido se pensarmos que o verdadeiro está relacionado ao

⁶⁹ Idem.

⁷⁰ WEIZSÄCKER, Carl F. *La importancia de la ciencia*. Juan Carlos García Borrón (Trad.). Barcelona: Editorial Labor, 1972.

bom e ao belo. Weizsäcker afirma que a interpenetração entre ciência e tecnologia é constitutiva da investigação da natureza como processo histórico;

Nuestro mundo es um mundo técnico. Semejante afirmación no necesita ser explicada em la era de la radio y la lavadora, em um período em el que la historia política es construída por la amenaza del arma atômica y por el nimbo del Sputnik. Pero la tecnología moderna sería imposible sin la ciencia moderna. Ciencia e tecnologia pueden compararse a dos árboles gemelos que han brotado de distintas simientes y tienen aún algunas raíces separadas y algunas ramificaciones independientes, pero cuyos troncos se han juntado y cuyas hojas forman una única e inmensa copa (WEIZSÄCKER. 1972, p. 12)⁷¹.

Dada a bela imagem das duas árvores cujos troncos e copas formam uma espécie de unidade, somos tentados a pensar que o físico filósofo concebe a ciência e a tecnologia como atividades equivalentes. Mas a ciência precede a tecnologia. Neste caso a precedência não é só um estatuto existencial, isto é, não significa apenas que a ciência é mais importante do que a tecnologia, mas, também, guarda um sentido histórico cronológico. Para Weizsäcker, a tecnologia, enquanto aplicação da ciência, está sempre atrasada em relação a essa. A tecnologia está sempre devendo à ciência, pois uma inovação tecnológica decorre do conhecimento científico conquistado anteriormente em alguma área. Sem Ampère e Faraday, não teríamos o motor elétrico, e sem as artes mecânicas, não haveria a máquina a vapor, bem como, sem a pesquisa básica em física, o reator nuclear nunca seria uma realidade. Para Weizsäcker, essa precedência ocorre em dois níveis. O reator nuclear, por exemplo, já é uma inovação de segunda ordem, ou nível, pois tal tecnologia deve, historicamente, à física atômica, e a física atômica, por sua vez, deve à filosofia natural e à matemática pura. Isto significa que a aplicação “útil” é dependente das ideias abstratas “inúteis”:

No necesito extenderme em la demostración de cómo y em qué medida la ciencia de la naturaleza, em sus comienzos, fue deudora de las cuestiones, aparentemente inútiles, planteadas por los filósofos, así como de los métodos intelectuales inventados por los matemáticos puros; y, por otra parte, cuán poco puede lograr em la ciencia moderna, incluso la mente más poderosa, cuando es insuficiente el equipo experimental que la tecnología moderna há hecho posible (WEIZSÄCKER. 1972, p. 12).

Consideramos essa passagem muito importante por aventar (i) que as aplicações são reificações de ideias abstratas “aparentemente inúteis”, ou, ao menos, invenções possibilitadas por tais ideias⁷² e (ii) por mostrar como ciência e tecnologia são imbricadas de modo que não

⁷¹ Idem.

⁷² Essa segunda formulação nos parece mais sensata e justa, por reconhecer a tecnologia como campo do conhecimento que possui originalidade. O inventor, ou engenheiro, nesse caso, não apenas materializa aquilo que outros pensaram anteriormente, mas faz muito mais que isso, ele *cria* a partir daquilo que foi pensado. O

é somente a tecnologia que depende da ciência, mas a ciência, igualmente, depende da tecnologia. Ora, como poderíamos negar que uma imensa parte da pesquisa científica simplesmente não poderia avançar caso não dispusesse de recursos tecnológicos? Estamos de acordo que o conhecimento científico “alimenta” a indústria, e que é igualmente necessário reconhecer como a indústria “retroalimenta” a ciência. Nesse ponto estamos concordamos com Weizsäcker. Todavia, gostaríamos de discordar de Weizsäcker em um ponto. A saber, acerca da falta de possibilidade de se fazer avançar o conhecimento científico, mesmo por parte das “mentes mais poderosas”, sem o auxílio do equipamento experimental da tecnologia moderna. Precisamos colocar o problema em outros termos. Não se trata de saber o quão poderosa é uma mente. Deixemos a caricatura do gênio de lado e pensemos na comunidade de físicos teóricos como um empreendimento coletivo mundo afora. Com quantas ideias altamente penetrantes e fecundas os teóricos, a partir do pensamento livre, da especulação ousada e da matemática pura têm nos brindado no último século? Dos conceitos chave da relatividade especial e geral, à base da mecânica quântica, quantos bilhões de dólares Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg, Pauli e Dirac, o próprio Weizsäcker, tiveram que consumir em tecnologia experimental para elaborar as equações que mudaram os rumos da física? Cem anos se passaram até que as ondas gravitacionais previstas pelo trabalho de Einstein fossem detectadas⁷³, ou o bóson de Higgs observado no CERN⁷⁴. Escrever a teoria da relatividade ou prever a existência do bóson certamente não custou a Einstein e Higgs e que nos custa até hoje, por meio da *Big Science*, alguns megaprojetos que estão entre 50 e 100 anos “atrasados” em relação à criação teórica.

Não podemos concordar com Weizsäcker que mesmo as “mentes mais poderosas” não podem alcançar êxito sem a tecnologia experimental moderna, pois as maiores realizações da física contemporânea remontam justamente aos trabalhos de físicos teóricos cuja criatividade intelectual nunca chegou a demandar a décima parte dos investimentos bilionários em

empreendimento tecnológico, portanto, seria um campo do saber de caráter criativo. O conhecimento científico básico é condição necessária para a inovação tecnológica, mas não condição suficiente.

⁷³ E possivelmente a detecção de ondas gravitacionais corrobore ainda outra previsão da física teórica: os buracos negros: “A recente observação das ondas gravitacionais corrobora uma das mais interessantes previsões da relatividade geral: os buracos negros. Pois as ondas gravitacionais detectadas pela colaboração LIGO ajustam-se muito bem dentro da teoria da relatividade geral como um fenômeno produzido pela colisão de dois buracos negros”. NEVES, Juliano. *Relatividade bem comportada: buracos negros regulares*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 39, n. 3, e3303, 2017.

⁷⁴ Conforme Pimenta, “Em 4 de julho de 2012, cientistas do CERN (Organização Européia para a Investigação Nuclear) anunciaram que, ao fim de 50 anos de investigação, foi descoberta uma nova partícula que “pode ser” o bóson de Higgs”. (Estima-se que a probabilidade de que seja o bóson de Higgs tende a 99%) Ver: PIMENTA, Jean Júnio Mendes et al. *O bóson de Higgs*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 35, n. 2, p. 1-14, June 2013.

tecnologia que hoje norteiam a *Big Science* e a tecnociência. Teríamos que antes perguntar “o que há com a natureza que conhecê-la deve ser necessariamente tão caro?”. Nossa resposta é: nada! Não é uma necessidade nem lógica, nem física, nem histórica, que as fechaduras da natureza só rodem para chaves de ouro. Não há nada na natureza que obrigue a ciência a ser tão custosa, pois o custo dos quatro artigos de 1905 de Einstein, se somado ao custo do trabalho teórico da comunidade dos físicos relativistas e quânticos, é irrisório se comparado ao custo da exploração experimental tecnológica dos megaprojetos. O conhecimento teórico não é, nem de longe, tão custoso quanto o conhecimento experimental.

Shakespeare escreveu em *Hamlet*, Ato 2, Cena 2: “Oh Deus, eu poderia viver preso numa casca de noz e me sentir um rei de espaços infinitos, se não fossem os maus sonhos que tenho”, ao que Guildenstern responde, “Tais sonhos são decerto ambições, pois a própria essência do ambicioso não passa da sombra de um sonho” (SHAKESPEARE. 2010, p. 98)⁷⁵. Decerto, não fossem nossas ambições, a ciência não demandaria somas tão gigantescas. O que custa caro não é conhecer a natureza, mas conquistá-la, dominá-la; não é o saber, mas sobretudo é o “saber como poder” que cobra tão elevado preço. Evidentemente, seríamos demasiado cândidos se recusássemos todo progresso técnico e inovação tecnológica. Estes são realmente úteis e necessários, inevitáveis e indispensáveis. Não é esse o ponto. A questão é saber se somente mãos bilionárias são capazes de retirar os véus de Ísis, se o real é uma espécie de Midas às avessas, que só o toca o que for de ouro, ou se podemos ser “reis de espaços infinitos” mesmo com investimentos bem mais modestos.

Argumentamos que *nada* na história é inevitável, nada deve ser naturalizado, tido como óbvio. Tudo o que não é poderia ter sido, e tudo o que é poderia não ter sido. O jogo não é meramente aleatório, mas é contingente. Nossa vindicação é de que a *Big Science* e a tecnociência, como modos de investigação bilionária da natureza, não podem ser naturalizadas como etapas inevitáveis da pesquisa científica. Elas são frutos de nossas escolhas históricas, políticas e sociais, do modo como nos organizamos enquanto civilização, das metafísicas que escolhemos assumir e do *ethos* que estamos a praticar. Grande parte das ciências contemporâneas é feita assim, mas, sem fatalismos, poderia ser feita de outro modo. Teríamos outra ciência, para outra sociedade. Cremos que alguma parte (e mesmo uma boa parte) das ciências, em qualquer cenário desejável, em qualquer mundo possível em que a cultura científica prosperasse, para avançar, deveria valer-se de recursos tecnológicos, e estes, por sua vez, possuem um custo. Mas também cremos que, em qualquer cenário, uma parte da pesquisa pode manter-se valiosa, penetrante e fecunda a partir de recursos teóricos que não

⁷⁵ SHAKESPEARE, William. *Hamlet, Rei Lear, Macbeth*. Barbara Heliodora (Trad.). São Paulo: Abril, 2010.

custam mais do que o esforço intelectual que uma comunidade de pensadores é capaz de empreender como prática coletiva. Em qual proporção essas duas tendências se combinarão e irão se equilibrar sempre será uma contingência histórica e dependerá de qual tipo de sociedade e de qual ideal de civilização guiarão os sonhos humanos. Se nos orientarmos por sonhos, ou por ambições, que são as “sombras dos sonhos”.

Se a guerra estivesse fora de nosso horizonte de eventos e a indústria bélica não fosse uma prioridade, para dar um único exemplo, certamente teríamos canalizado para outras iniciativas um número incontável de bilhões de dólares ao longo das últimas décadas e a *Big Science* seria consideravelmente menor. Essa é uma conta simples, mas não simplória. Como Gabriel Garcia Marquez em *O cataclismo de Dâmoles*, nos lembra, de acordo com cálculos oficiais da UNICEF, seriam necessários 100 bilhões de dólares (em 1987) para assegurar saúde, paz e prosperidade para meio bilhão de crianças nascidas em lares miseráveis ao redor do mundo⁷⁶. Parece muito dinheiro, mas àquela altura tal quantia comprava apenas cem bombardeiros B-1B. (GARCIA MARQUEZ. 2011, p. 40). Para Garcia Marquez, todo o capital empregado na indústria bélica seria muito mais que suficiente para erradicar a fome, o analfabetismo e a pobreza do mundo. Por que trazer intelectuais como Vargas Llosa e Garcia Marquez, cuja profissão não é a ciência natural, para um texto que trata de ciência? Ora, porque suas reflexões são pontuais e pertinentes, e também porque a ciência não é um monopólio dos cientistas nem um monólogo de hiperespecialistas. A ciência é um problema cultural, social e político grave e amplo, que interessa a todos, e se os intelectuais podem aprender mais sobre suas próprias atividades com as palavras de cientistas naturais, como Bernard Shaw disse ter aprendido com Einstein⁷⁷, por que os cientistas naturais não poderiam aprender mais sobre ciência com homens de letras e de artes? Como sustentar tamanha assimetria? Não há razões para isolamento e corporativismo, a não ser como defesa e fuga, como estratégia em prol da manutenção de posições pretensamente privilegiadas acerca da prática científica e de sua legitimação. A ciência é um patrimônio nosso, da cultura humana, e não deve temer a Ágora, pois é lá que o humano se encontra em sua dimensão pública. Poincaré, Heisenberg, Schrödinger, Planck, Einstein, Leite Lopes, Schenberg e muitos outros não somente não a temiam, como a amavam tanto, que escreveram numerosas reflexões sobre ciência, sociedade, política e cultura. Se homens de ciências, letras e artes se fecham cada qual em seus domínios imaginários, a sociedade não pode prosperar e a civilização

⁷⁶ MARQUEZ, Gabriel Garcia. *Eu não vim fazer um discurso*. Rio de Janeiro: Record, 2011.

⁷⁷ SHAW, George Bernard. Apud EINSTEIN, Albert. *On cosmic Religion and other opinions and aphorisms*. New York: Dover Publications, INC., 2009.

experimenta o declínio. Para Garcia Marquez, essa era outra faceta dos megaprojetos da indústria bélica: aqueles cujo saber deveria estar a serviço da cultura eram arregimentados por propósitos utilitaristas escusos e mesquinhos e privavam-se da vida intelectual mais ampla:

(...) diante deste descomunal desperdício econômico, é ainda mais inquietante e doloroso o desperdício humano: a indústria da guerra mantém em cativeiro o maior contingente de sábios jamais reunido para tarefa alguma na história da humanidade. Gente nossa, cujo lugar natural não é lá, mas aqui, nesta mesa, e cuja libertação é indispensável para nos ajudar a criar, no âmbito da educação e da justiça, a única coisa que pode nos salvar da barbárie: uma cultura da paz (MARQUEZ. 2011, p. 41).

Tal digressão não teve outro propósito senão demarcar por que discordamos de Weizsäcker no que tange, pontualmente, à pretensa necessidade que toda a ciência teria do aparato técnico-tecnológico experimental, que é, por sua vez, muito caro. Procuramos demarcar como concordamos com a imbricação histórica entre ciência e tecnologia, como a tecnologia depende da ciência ao passo que a ciência também depende da tecnologia, que concordamos que muitas áreas das ciências só podem avançar mediante recursos experimentais tecnológicos, mas recusamos a generalização que tal necessidade seja um imperativo até mesmo para as “mentes mais brilhantes”. Buscamos, ao contrário, argumentar como os fundamentos da física contemporânea foram forjados por teóricos cujos gastos de pesquisa eram mínimos se comparados ao padrão tecnocientífico atual, e como a tecnologia da qual dispunham, em termos de base material, era algo bem modesto, se resumindo ao acesso a boas bibliotecas, participação em congressos, papel, lápis, material de escritório, livros, artigos... Enfim, a infraestrutura adequada e nada especial que todo intelectual necessita para trabalhar. Muito mais do que maquinaria, instrumentos e equipamentos, tais cientistas se alimentavam dos prolíficos contatos uns com os outros. Salientamos que a ciência é um empreendimento bilionário não por imposição ontológica, como se os portões do paraíso só se abrissem para comitivas reais, mas pelo resultado de processos históricos de natureza política e social pautados por interesses peculiares. Todavia, mesmo sabendo que tal oração já está gasta pelo uso excessivo, em relação ao pensamento do físico filósofo alemão, muito mais coisas nos unem do que nos separam. Além dos acordos já mencionados há um último ponto de grande relevância no pensamento de Weizsäcker que corrobora nossa tese: Para ele, a ciência fomenta e se alimenta de tecnologia, de aplicações práticas, mas o seu valor cultural é mais amplo, de modo que as utilidades práticas são, para a pesquisa, seus meios de realização e consequências dos conhecimentos obtidos, mas não sua razão de ser: “la importância de la ciencia va más allá de sus aplicaciones técnicas” (WEIZSÄCKER. 1972, p.

12)⁷⁸, a importância da ciência é decorrente da verdade alcançada pelo tipo de conhecimento que produz.

A concepção de ciência de Schrödinger, neste sentido, não é muito diferente daquela de Heisenberg e Weizsäcker. De acordo com ele, “as conquistas práticas da ciência tendem a obliterar a sua verdadeira importância” (SCHRÖDINGER. 1996, p. 103)⁷⁹. O físico austríaco em *Ciência e humanismo* trata diretamente de tal questão. Ele abre o texto levantando a pergunta “Qual o valor da pesquisa científica?”⁸⁰ e conclui que são justamente aquelas pessoas que não conhecem realmente a ciência e que não têm interesses profundos nela que difundem a ideia de que a ciência é importante por conta de suas consequências práticas, como o desenvolvimento da tecnologia, da indústria, da engenharia, mencionando as invenções e inovações que a ciência nos tem proporcionado. O objetivo de Schrödinger não é negar que tais coisas possuam o seu valor, e sejam – ou possam ser – benéficas à sociedade. O que ele busca rechaçar é, utilizando uma terminologia contemporânea, que “tecnologia e inovação” sejam o valor da ciência. Schrödinger considera que tal visão praticista e utilitarista é externa à ciência, e defende que *poucos cientistas concordam com esta apreciação utilitária dos seus esforços*⁸¹.

Alguém poderia argumentar que as palavras de Schrödinger são aqui utilizadas fora de contexto, como se o físico filósofo da mecânica ondulatória tivesse escrito, ou dito poucas coisas acerca de tal assunto, sem ter sido claro e incisivo, de modo a poder ser interpretado quase de qualquer forma. Ora, é um argumento fraco. Para que as concepções de ciência de homens como Heisenberg e Schrödinger pudessem ser, com tanta facilidade, manipuladas de modo não contextual, eles teriam que ter sido filósofos incompetentes e esporádicos. Quem se arriscaria a dizer que quando, em um trabalho de filosofia da ciência sobre paradigmas científicos, cita-se uma passagem em que Kuhn afirma que a ciência praticada a partir da assunção de um paradigma por uma comunidade de praticantes de ciências é ciência normal, o autor utiliza Kuhn fora de contexto e possivelmente distorce suas palavras? Que Kuhn não disse realmente aquilo sobre ciência normal? Mas Kuhn foi suficientemente claro em sua posição sobre este ponto específico. Podemos problematizar o que ele quis dizer por “paradigma”. O posfácio de 1969 teve por finalidade desfazer as pretensas ambiguidades

⁷⁸ Op. Cit.

⁷⁹ SCHRÖDINGER, Erwin. *A natureza e os gregos seguido de ciência e humanismo*. Lisboa: Edições 70, 1996.

⁸⁰ Ibidem, p. 97.

⁸¹ Idem.

acerca desse assunto⁸². Mas que a assunção de um paradigma inaugura um período de ciência normal não é algo que pode ser posto em dúvida na obra de Kuhn: é algo básico. Ele não falou sobre o assunto em duas ou três entrevistas e um punhado de conversas informais. Ele dedicou um capítulo de seu principal livro para tratar do assunto. Pode ser que nosso interlocutor não saiba, mas Heisenberg e Schrödinger escreveram tanto, ou mais, sobre filosofia da ciência e epistemologia, do que textos propriamente técnicos de física. Ou bem o que eles pensavam sobre ciência deve ser, em sua maior parte, bastante claro, ou bem eles não eram intelectualmente competentes para atingir a clareza pretendida. A recusa de ambos ao utilitarismo é igualmente um ponto básico de suas concepções filosóficas. Nada hermético; nada dito em entrelinhas ou em raras ocasiões, nada que permita malabarismos exegéticos e manipulações hermenêuticas. Um trecho em que tal recusa se torna explícita é um texto básico de sua filosofia, e não algo esotérico que permite a algum interlocutor dizer que “não era bem isso o que eles queriam dizer”. O que eles queriam dizer, eles disseram, e não em ocasiões esporádicas e obscuras, mas de modo público e publicado. Ao interlocutor, os textos.

Às vezes podemos ter a impressão que Heisenberg, Schrödinger, ou Boltzmann, Planck, James Jeans, Einstein, enfim, eram exclusivamente físicos, autores de textos e notas técnicas, e que em raras ocasiões, em seletas entrevistas ou diálogos livres e despojados, sem compromisso intelectual e sem rigor conceitual, se aventuraram a expressar opiniões não sistemáticas e rigorosas sobre questões de epistemologia, metafísica e filosofia da ciência em geral, de modo que tais opiniões não podem ser levadas a sério, porque nem os seus autores as levavam. Como se tivessem sido excelentes físicos profissionais, e filósofos amadores e aventureiros. Tal imagem não poderia ser mais falsa. Somente alguém que não se dedicou a estudar o que esses físicos filósofos escreveram poderia levantar objeção tão frágil. Juntos, esses autores somam seguramente alguns milhares de páginas de estudos epistemológicos. Se Schrödinger, por exemplo, não quisesse ser claro quanto ao que pensa sobre ciência, não teria escrito mais de 250 páginas em obras como *Ciência e humanismo* e *A natureza e os gregos*, e *Minha concepção de mundo*, nem Heisenberg teria escrito cerca de 500 páginas em *Física e filosofia*, *A ordenação da realidade* e *A imagem da natureza na ciência moderna*, ou algo em torno de 750 páginas se acrescentamos *A parte e o todo*, passando de mil, se incluirmos outros textos filosóficos.

⁸² KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.

Quando afirmamos que Schrödinger negou que o valor da ciência seja utilitarista, que pensava a ciência com inúmeros pontos em comum com a arte, que concebia a ciência como parte da investigação filosófica das questões fundamentais, não estamos afirmando nada demais, nada que não fique claro no todo de sua obra filosófica, não extraindo um trecho desconexo aqui ou acolá, mas levando em conta tanto a quantidade de seus escritos, quanto à qualidade do escritor. Poderia Schrödinger ser mais claro quanto ao que pensa realmente sobre a ciência do que quando escreve o tópico, cujo título é por si mesmo bastante sugestivo, “O suporte espiritual da ciência na vida” em *Ciência e humanismo*? Nele o físico filósofo afirma:

Qual é o valor da ciência? (...) Muitas pessoas, particularmente as que não estão profundamente interessadas na ciência, sentem-se inclinadas a responder a esta questão assinalando as consequências práticas dos progressos científicos na transformação da tecnologia, da indústria, da engenharia, etc., de facto, na alteração de toda a nossa forma de vida durante menos de dois séculos, com mudanças cada vez maiores e mais rápidas. Poucos cientistas concordam com esta apreciação utilitarista de seus esforços. (SCHRÖDINGER. 1996, p. 98)⁸³.

Esta passagem é muito importante para o presente trabalho. Como não nos é possível, e muito menos desejável, repeti-la ao longo do texto, pedimos ao leitor que fixe sua atenção nela. Sua importância nos advém do fato de que, por meio dela, Schrödinger nos informa que o “problema do utilitarismo” era claro e conhecido em sua época. Ele afirma que o utilitarismo era muito difundido, principalmente entre os não cientistas. E que, em sua maioria, os cientistas não eram utilitaristas. Isso significa que estamos discutindo dentro de uma determinada tradição, e isso nos dá um lugar, circunscreve bem nossa investigação, mostra que esta possui uma história, um lastro intelectual expressivo, e, sobretudo, mostra que o “mal-estar” para com o utilitarismo não é exclusivamente nosso, mas, pelo contrário, abrangia a maioria dos físicos contemporâneos de Schrödinger, pois poucos estavam dispostos a concordar com o utilitarismo. Ou seja, a questão do utilitarismo já estava posta de modo claro, e a valoração utilitarista da ciência era algo que incomodava Schrödinger e a maior parte de seus colegas. Schrödinger era um físico internacional que transitava bem pelo mundo da física e conhecia um número inestimável de pesquisadores. Não temos motivos para apostar em sua incapacidade de nos oferecer um testemunho sensato e coerente de como os cientistas de sua época concebiam a ciência. Não se trata de um apelo à autoridade, mas, isto sim, ao bom senso e a seriedade do escritor. Some-se a isso o testemunho de outros nomes, como Heisenberg e Weizsäcker, ou Poincaré, e fica bastante claro que tratamos de fenômenos sociais e não de fatos isolados.

⁸³ Op Cit.

Mas o físico filósofo austríaco estava realmente preocupado com as tendências utilitaristas na ciência? Pensava de fato que estas poderiam afetar e ameaçar a cultura? Vejamos. Schrödinger recomenda uma obra ao seu leitor. *A Rebelião das Massas* de José Ortega y Gasset. O capítulo que mais o interessa é “La barbárie del especialismo”. Neste texto “Ortega toma a liberdade de descrever **o cientista especializado como representante típico da gentilha ignorante e estúpida** – o hombre masa (homem-massa) – **que põe em perigo a sobrevivência da verdadeira civilização**” [grifo nosso] (SCHRÖDINGER. 1996, p. 100)⁸⁴. E por que Schrödinger recomenda a leitura do texto de Ortega y Gasset? Porque considera o “deplorável estado de coisas retratado” uma descrição de um “tipo de cientista sem precedentes na história”⁸⁵. O cientista-massa, especializado e sem precedentes, é o cientista utilitarista que deixou de ser um intelectual de formação ampla e um pensador profundo, para ser mais um técnico cuja capacidade profissional está circunscrita aos limites de sua especialidade. Para Schrödinger, o cientista não pode ser apenas um técnico especializado, mas um intelectual capaz de integrar sua especialidade à totalidade do conhecimento e participar da cultura em sentido elevado. Por isso aconselha:

Nunca perca de vista o papel que sua disciplina em particular tem no seio do grande espetáculo que é a tragicomédia da vida humana, mantenha-se em contato com a vida – **não tanto com a vida prática mas com o pano de fundo ideal da vida, que é cada vez mais importante**. E mantenha a vida em contato consigo (SCHRÖDINGER. 1996, p. 100)⁸⁶.

Mantenha-se, como cientista, em contato com a vida, mas “não tanto com a vida prática”, mas com o “pano de fundo ideal da vida”, pois é isso o “que é cada vez mais importante”. São conselhos de um filósofo não utilitarista. Sua recomendação ao especialista é que não esqueça de que sua disciplina particular perde valor, força e sentido, se isolada e apartada da vida e dos outros saberes. Além disso, parece reconhecer o perigo da expansão do “praticismo” utilitarista, ao recomendar que o cientista não se ligue tanto à vida prática, pois é ao ideal da vida (a questão do sentido, a força de orientação) que, “mais do que nunca”, devemos nos ligar. São palavras graves, e de alerta. Parecem indicar que, com o afastamento desse “pano de fundo ideal da vida”, e a redução do cientista intelectual ao cientista técnico especializado, esse novo “hombre masa” de fato põe a civilização em risco. A especialização

⁸⁴ Idem.

⁸⁵ Ibidem, p. 100-101.

⁸⁶ Ibidem, p. 101.

era considerada por Schrödinger não como uma virtude, mas um “mal inevitável”⁸⁷. Evidentemente o físico filósofo, no que o acompanhamos, sabia dar valor à técnica, tecnologias, especialidades e utilidades práticas. É o *ethos* apressado, imediatista, produtivista, enfim, utilitarista, que põe a civilização em risco, não a tecnologia em si. É absurdamente falacioso pensar que uma metafísica não utilitarista é contrária ao desenvolvimento técnico e tecnológico, à máquina e à indústria. O ponto fulcral do utilitarismo não é o desenvolvimento técnico-tecnológico, mas o desenvolvimento técnico-tecnológico para fins de mercado como o valor da ciência e a meta da civilização. Mesmo que a técnica, a tecnologia e a indústria possam nos enriquecer materialmente, o *ethos* utilitarista nos empobrece o espírito. É por isso que, para pensadores como Schrödinger, o avanço do utilitarismo é também o avanço de um materialismo ignorante que corrompe o que há de mais belo na pesquisa científica, e de mais sublime na civilização:

A maioria das pessoas instruídas não se interessa pela ciência e não está consciente de que o conhecimento científico faz parte da experiência idealista da vida humana. **Muitas pessoas acreditam – na sua ignorância completa do que é realmente a ciência – que a sua tarefa prioritária é inventar nova maquinaria ou ajudar a inventá-la, de forma a melhorar as nossas condições de vida.** Essas pessoas estão preparadas para deixarem esta tarefa a cargo de especialistas, tal como deixam a reparação de canos a um canalizador [encanador]. Se pessoas com esta perspectiva vierem a tomar decisões acerca do currículo dos nossos filhos, o resultado será necessariamente aquele que acabei de descrever [especialismo, risco à civilização, rebaixamento do cientista de intelectual ao técnico massificado] [grifo nosso] (SCHRÖDINGER. 1996, p. 103).

Como fica evidente pela citação acima, Schrödinger rejeitava inapelavelmente que o valor da ciência fosse utilitário e que o desenvolvimento tecnológico fosse a tarefa da ciência. Pode ser sua consequência, ou um campo de saber independente associado à ciência, mas não seu valor e meta, não o que lhe dá sentido e lhe orienta. Somente os leigos em sua *completa ignorância* do que seja a ciência, podem confundir a tarefa da ciência com a tarefa da tecnologia, salientou o físico filósofo. Schrödinger não nega que ciência e progresso da base material estejam historicamente associados. Considera até que, por conta de tal associação, o senso comum acabou por confundir uma coisa pela outra. Mas tal confusão utilitarista pode “enganar alguém e levá-lo a subestimar a tarefa idealista da ciência”, o que seria um grande equívoco, pois “a importância da ciência no conhecimento das ideias da vida sempre foi bastante grande”⁸⁸. Nosso filósofo enfatiza também que essa associação entre ciência, técnica, inovação tecnológica e desenvolvimento industrial nunca foi tão forte quanto na passagem do

⁸⁷ Idem.

⁸⁸ Ibidem, p. 103.

XIX para o XX, quando ocorreu um “extraordinário e explosivo desenvolvimento da indústria e da engenharia, provocando evoluções que tiveram uma tremenda influência sobre as características materiais da vida humana”, o que fez com que a maioria das pessoas se esquecesse dos aspectos espirituais da existência e depositasse suas esperanças e fé na evolução da base material: “Pior ainda, o extraordinário desenvolvimento material levou a uma perspectiva materialista, alegadamente causada pelas novas descobertas científicas”⁸⁹. Embora não seja uma necessidade lógica, o fato é que, na interpretação de Schrödinger, o século XX nos brindou com uma relação inversamente proporcional entre desenvolvimento da base material e evolução da vida espiritual. Enquanto enriquecíamos por um lado, empobrecíamos por outro. Ora, isso ocorreu porque aquilo que era um meio foi tomado como o fim, e o que era uma consequência da ciência, foi assumido como sua tarefa.

O autor apresenta três argumentos contra a concepção utilitarista de ciência. Em primeiro lugar, Schrödinger busca conceber a ciência como uma forma de conhecimento dentre outras, tais como a história, as letras, a filosofia, ou mesmo a música, a pintura e a escultura, que são desenvolvidas em nossas universidades e centros culturais. Assim como não se entende que tais atividades possuam como seu objetivo principal a “melhoria prática das condições de vida da sociedade humana”, embora isto ocorra como consequência, o mesmo deve se passar com a ciência. Em segundo lugar, diz Schrödinger, se tomarmos a utilidade prática como a razão de ser da ciência, o que se passará com muitas ciências, tais como a astrofísica e a cosmologia? A simples existência dessas ciências e o fascínio que exercem sobre nós parecem suficientes para que se reconheça que elas são importantes pelo conhecimento que geram e pelos pensamentos que inspiram, e não pela tecnologia e inovação que fomentam. Por último, Schrödinger desenvolve um argumento crítico e contundente contra aquele tipo de cientificismo ingênuo das tecno-utopias:

(...) considero que é extremamente duvidoso saber se a felicidade da raça humana tem sido melhorada graças às evoluções técnicas e industriais que se seguiram ao rápido desenvolvimento da ciência natural (SCHRÖDINGER. 1996, p. 98)⁹⁰.

Neste caso, os “utilitaristas praticistas” não poderão acusar o autor de tais palavras de ser um detrator da ciência, propagador de ideias anticientíficas e irracionistas, uma vez que quem as profere é um dos maiores físicos do século XX. Esse *argumentum ad hominem* de acusar de irracionista e anticientífico todo aquele que questiona os modos consagrados de produção do conhecimento científico não passa de uma tática que oscila, muitas vezes, entre a

⁸⁹ Idem.

⁹⁰ Ibidem.

covardia e a estupidez: O que cientistas como Schrödinger ou filósofos como Paul Feyerabend questionam não é a ciência – no sentido de toda e qualquer ciência, ou da possibilidade mesma de que exista algo como “ciência” – mas determinadas concepções, ou imagens de ciência, ou aqueles a quem tais concepções interessam. Por exemplo, ambos não se opõem à ciência (o que é óbvio, na medida em que o primeiro é físico e o outro, filósofo da ciência), mas criticam uma visão tradicional da ciência como campo privilegiado de conhecimento, como autoridade epistêmica máxima, como fica claro no primeiro argumento de Schrödinger.

Retornando ao nosso ponto, esse terceiro argumento pode ser elaborado também da seguinte forma: Se o valor da ciência é servir como produtora de inovações tecnológicas e industriais, a que reduzimos a ciência caso tais inovações não nos façam, necessariamente, mais felizes? O que é então a ciência, ou qual sua importância, caso as tecno-utopias fracassem, caso o desenvolvimento tecnológico e industrial sirvam mais aos interesses de grupos reduzidos específicos do que ao efetivo bem-estar das sociedades; caso sirva à barbárie de uma distopia tecnocapitalista?

Se Schrödinger nega a solução utilitarista para a questão do valor da ciência, então qual será a sua resposta para tamanho problema? Podemos dizer que, embora ele reconheça a importância de suas consequências práticas, é o seu valor filosófico e cultural que o físico ressalta:

Podem perguntar – têm de me perguntar agora: Qual é, então, na sua opinião, o valor da ciência natural? Respondo: o seu âmbito, objetivo e valor são os mesmos que os de qualquer outro ramo do conhecimento humano. Ou melhor, nenhum deles por si só, apenas a união de todos eles, tem qualquer âmbito ou valor e isso acontece muito simplesmente porque: representa obediência ao comando da divindade délfica, γνωθι σεαυτόν, conhece-te a ti próprio. Ou, utilizando a retórica concisa e impressionante de Plotino (Enn. VI, 4, 14): “E nós, quem somos nós afinal?” (SCHRÖDINGER. 1996, p. 99)⁹¹

A ciência trata das grandes questões da vida e do universo, levanta problemas existenciais profundos, e nos convida a refletir sobre nossa condição e nosso lugar no cosmos. Neste trecho, Schrödinger assume uma concepção epistêmica da axiologia da pesquisa científica: o valor da ciência se mede não por seus resultados, mas por sua atitude – em primeiro lugar, a ciência é a busca por conhecimento. Também fica patente o entendimento pluralista e a concepção antropológica do conhecimento científico: a ciência possui tanto valor quanto “qualquer outro ramo do conhecimento”, na medida em que a união de todos os conhecimentos é que nos permite enfrentar aquela questão metafísica fundamental “Quem somos nós?” em suas diversas nuances: ontológica, epistemológica, ética, política, social, psicológica, etc.

⁹¹ Ibidem.

Ainda na mesma obra Schrödinger volta a abordar tal questão, e novamente ressalta sua concepção da ciência, não como um saber soberano e indefectível, mas como conhecimento integrante daquele corpo de saberes diversos, que juntos participam da busca filosófica por compreensão de si mesmo e do mundo:

(...) pretendia dizer que considero a ciência como uma parte integrante do nosso esforço para responder à grande questão filosófica que abarca todas as outras, a questão que Plotino expressou de forma breve: quem somos nós? E mais do que isso, considero que esta é não só uma das tarefas da ciência, mas a tarefa da ciência, a única que efetivamente tem importância. (SCHRÖDINGER. 1996, p. 132)⁹²

Se “ser parte do esforço filosófico” por responder uma questão metafísica fundamental é “a tarefa da ciência, a única que efetivamente tem importância”, então não resta dúvida de que Schrödinger opunha ao utilitarismo uma concepção de acordo com a qual a ciência deve ser valorada e valorizada por suas realizações epistêmicas, ou, como diria Heisenberg, pela beleza e pela força frutífera das estruturas que expõe, e não por suas conquistas práticas. Neste sentido, o valor da ciência está mais próximo da arte do que da indústria. O cientista, mais próximo do artista e do filósofo natural do que do técnico e do homem de negócios.

1.3 Niiniluoto e uma ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta

No debate contemporâneo em filosofia da ciência a questão do valor da pesquisa científica não perdeu força. Ela está presente, por exemplo, nos trabalhos do filósofo finlandês Ilkka Niiniluoto da *University of Helsinki*, autor de *Critical scientific realism*⁹³ (2004), no qual defende uma relação entre o pressuposto metafísico do realismo e a axiologia da pesquisa científica, advogando que ainda é não somente possível, mas necessário, prescrever e não somente descrever o *ethos* científico. No final do trabalho, quando trata das relações entre ciência e sociedade, o autor levanta a questão “*Qual é o valor cultural da ciência?*”, isto é, por que a ciência é importante para a cultura em si, e não somente para os interesses estratégicos de determinados grupos?

A estratégia dialética de Niiniluoto é confrontar as concepções de ciência de L. J. Cohen e J. D. Bernal, buscando oferecer uma solução que transcenda o conflito flagrante. De

⁹² Ibidem.

⁹³ NIINILUOTO, Ilka. *Critical Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

acordo com o autor, Cohen oferece um exemplo emblemático de uma concepção de ciência que privilegia suas conquistas epistêmicas aos seus avanços práticos:

Para estudar mais sistematicamente o valor cultural da ciência, é desejável começar pela questão posta por L. J. Cohen (1997) que pergunta se ser realista é um dever moral do cientista. De acordo com Cohen, esta conclusão pode ser defendida pelos argumentos que se seguem: (i) se o conhecimento é um fim em si mesmo e (ii) se o realismo é parte da melhor metodologia para obtenção do conhecimento, então (iii) o cientista possui a obrigação ética de ser realista. (NIINILUOTO. 2004, p. 288)⁹⁴

A concepção de Cohen do “realismo como obrigação ética do cientista” e nosso pressuposto de que toda metafísica é uma axiologia são consoantes. Assumir uma determinada metafísica da ciência é firmar um compromisso, também, com os deveres morais que devem nortear a prática científica. No caso de Cohen, o realismo é a um só tempo um pressuposto metafísico e um princípio axiológico. Essa imagem de ciência (que busca um conhecimento que é *um fim em si mesmo*) é diametralmente oposta àquela defendida por Bernal, de acordo com a qual, ressalta Niiniluoto, a ciência é, e *deve ser*, um meio:

A fim de avaliar a premissa (i) é instrutivo considerar primeiro a visão alternativa, de J. D. Bernal, o conhecido historiador da ciência britânico, um convincente e eloquente defensor da tradição otimista do Iluminismo. A ciência possui um valor cultural, ele argui com Bacon e Marx, desde que sirva como um instrumento eficiente e indispensável para o progresso social (ver Bernal 1939;1969). (NIINILUOTO. 2004, p. 289)

Enquanto Cohen sustenta que o conhecimento científico é um *fim em si mesmo*⁹⁵, Bernal defende que o conhecimento científico é valioso, se, e somente se, contribui efetivamente para a melhoria prática das condições sociais. É um tipo de ‘utilitarismo social’. Em seu *The social function of science*⁹⁶, Bernal reconhece que essas duas posições são extremas. De um lado, temos aqueles que concebem a “ciência como pensamento puro” em busca da verdade, de outro, temos aqueles que pensam-na como uma forma de “poder”, na qual a “verdade” é aquilo que possibilita a utilidade, o uso prático capaz de transformar as condições de vida das sociedades⁹⁷. De acordo com Bernal, as raízes da visão de ciência como busca da verdade, uma busca sumamente epistêmica e desprovida de função social, remontam, no mínimo, a Platão:

⁹⁴ Idem.

⁹⁵ Em *Knowledge and Language*, Cohen trata da relação entre realismo e dever moral. Ver: COHEN, Jonathan L. *Knowledge and Language*. Selected essays. James Logue (Edt). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p, 314.

⁹⁶ BERNAL, John D. *The Social Function of Science*. London: George Routledge & Sons LTD., 1946.

⁹⁷ Ibidem, pp.4-12

Those who hold the first view would not admit that science has any practical social function, or would allow at most that the social function of science is a relatively unimportant and subordinate one. The most usual justification which they would give for science is that it is an end in itself, a pursuit of pure knowledge for its own sake. This attitude has played a great and not altogether happy part in the history of science. It was a dominating view in classical times, and was expressed very finely in the words of Plato (BERNAL. 1946, p. 4)⁹⁸.

Bernal se refere à passagem do Livro VII de *A República* na qual Platão concebe como o mais sublime valor do estudo nos conduzir à contemplação do *eidos*, isto é, da forma pura do Bem. Quanto à visão de ciência como poder, controle sobre a natureza e utilização prática de tal poder para o incremento da prosperidade humana, Bernal enfatiza que, embora Roger Bacon (1214-1294) já apontasse nesta direção, foi Francis Bacon (1561-1626) quem primeiro a formulou de modo claro, concebendo “utilidade” e “progresso” como as duas palavras-chave da ciência⁹⁹.

Este impasse entre o que significa fazer uma ciência responsável, sobre qual é o valor da ciência e qual é a melhor forma de se fazer com que a ciência sirva à prosperidade humana continua sendo objeto de interesse entre cientistas e estudiosos de ciências. As pesquisadoras Maja Horst e Cecilie Glerup da *University of Copenhagen* analisaram 263 periódicos científicos e seus artigos sobre a função social da pesquisa científica, a relação entre ciência e sociedade e a noção de responsabilidade dos cientistas. Como os cientistas pensam que é a melhor forma de se praticar ciência? De qual modo a ciência pode ser mais benéfica para a sociedade? Em *Mapping ‘social responsibility’ in science*¹⁰⁰, Horst e Glerup concluem que após analisar todas as 263 fontes especializadas, puderam, em linhas gerais, encontrar quatro grandes concepções de ciência e de política científica: os cientistas adeptos da *Demarcation rationality* advogam que a melhor maneira da ciência ser responsável é sendo plenamente independente e completamente autorregulada, não sendo afetada por interesses extraepistêmicos, enquanto os partidários da *Reflexivity rationality* pensam que a ciência deve ser guiada, na escolha de seus problemas e linhas de investigação, pelas necessidades da sociedade. Um terceiro grupo é formado pelos entusiastas da *Contribution rationality* que insistem que a ciência deve viver de acordo com as demandas públicas por inovação, por

⁹⁸ Ibidem.

⁹⁹ Ibidem, p. 6.

¹⁰⁰ GLERUP, C; HORST, M (2014) *Mapping ‘social responsibility’ in science*, Journal of Responsible Innovation, 1:1, 31-50.

último, aqueles que sustentam a *Integration rationality* defendem que a ciência deve ser co-construída por atores sociais a fim de ser socialmente responsável¹⁰¹.

A ciência, de acordo com Bernal, é um meio epistêmico para um fim socioeconômico. E somente na medida em que é este *meio para um fim* é que possui algum valor. A tese de Bernal é tanto prescritiva quanto descritiva. Isto é, Bernal tanto defende que a ciência *deve ser* guiada por propósitos socioeconômicos, pela indústria, para a satisfação das demandas da sociedade, quanto defende que ela tem sido assim historicamente:

O “desenvolvimento progressivo da ciência advém da renovação contínua de sua interconexão com a indústria”: a ciência soluciona problemas que surgem primariamente de questões práticas relacionadas a “necessidades econômicas”, trazendo-nos receitas que descrevem como as coisas devem ser feitas e meios racionais para o planejamento consciente da produção e da ordem social. (NIINILUOTO. 2004, p. 289)¹⁰²

Bernal, como o aponta Niiniluoto, é um crítico contundente da concepção de ciência proposta por físicos-filósofos como Heisenberg, Schrödinger e Cohen. No seu entendimento, a ciência está a serviço da sociedade, e a melhor maneira de servi-la é produzindo conhecimentos aplicáveis que possam gerar tecnologia e inovação, sendo industrializados, aumentando o grau de conforto e infraestrutura das sociedades, contribuindo para o bem-estar individual e social. Neste sentido, ciência não é a busca por conhecimento, mas o emprego do conhecimento na busca por progresso social. Bernal fala em “cura de doenças”, “descobertas benéficas” e “transformação social” e condena a noção de ciência pura e sua “busca por Verdade”. De acordo com Niiniluoto, a orientação do utilitarismo de Bernal é de cunho instrumentalista, isto é, a ciência deve ser um instrumento – deve ser instrumentalizada – para servir a propósitos socialmente úteis, com finalidades práticas:

A concepção de ciência de Bernal é instrumental, a ciência é instrumentalmente orientada na medida em que considera os valores epistêmicos como *meios* para *fins* que pertencem à esfera das aplicações sociais do conhecimento científico – e rejeita explicitamente a ideia de que a verdade pode ser valiosa por si mesma. (NIINILUOTO. 2004, p. 291)¹⁰³

O que me parece intrigante e irônico no pensamento de J. D. Bernal é que sua concepção marxista – sua prescrição marxista – da ciência serve perfeitamente bem para descrever o “estado da arte” da ciência em um mundo capitalista, dominado pelas relações de mercado, pela precificação do conhecimento, pela comoditização da ciência, pela importação

¹⁰¹ Ibidem, p. 31.

¹⁰² Op. Cit.

¹⁰³ Ibidem.

do *ethos* gerencial pela universidade. A concretização do ideal de Bernal não ocorre em um mundo socialmente justo, economicamente igualitário, politicamente nobre, e nem o favorece¹⁰⁴. Niiniluoto destaca que a imagem da ciência pensada por Bernal encontra-se superada pelo avançar dos tempos¹⁰⁵: já não nos é mais possível aquela fé irrestrita no progresso social por meio da ciência. Defender a ciência em nada se confunde com ser cientificista:

Atualmente, o otimismo baconiano de Bernal e a retórica marxista já estão ultrapassados. Nós conhecemos demasiados males, a opressão e os retrocessos que nos tem chegado sob os nomes de ciência e tecnologia. Ainda assim, admiro a coragem das concepções e esperanças de Bernal. (NIINILUOTO. 2004, p. 290)¹⁰⁶

A crítica que Niiniluoto faz do *otimismo de Bernal* nos faz lembrar o terceiro argumento de Schrödinger à concepção utilitarista da ciência: Não temos garantias de que o mero progresso científico tecnológico promoverá a felicidade que tanto almejamos, fazendo da sociedade aquele lugar idílico tão sonhado.

Niiniluoto discorda de Bernal em alguns pontos: não possui aquela fé demasiado otimista que relaciona ciência e justiça social, embora de modo algum descarte que, entre tropeços e desencontros, a ciência tem realmente contribuído de modo efetivo para a melhoria da qualidade de vida em todo o mundo. Além disso, Niiniluoto pensa que a ciência possui, além de seu valor instrumental, um valor cultural e que seus valores epistêmicos não são secundários e periféricos, mas primordiais e centrais. O filósofo finlandês salienta a dicotomia entre a busca epistêmica pela compreensão da realidade, expressa pelo cognitivismo de Cohen, e a orientação instrumentalista da ciência industrial, representada pelo instrumentalismo de Bernal:

¹⁰⁴ Uma leitura das correspondências de Marx e Engels ilustra muito bem como os interesses científicos destes autores eram diversificados e amplos, abarcando grandes problemas teóricos, não se reduzindo a aspectos práticos e utilitários. Ver: ENGELS, Friedrich. *Cartas sobre las ciencias de la naturaleza y las matematicas*. Barcelona: Anagrama, 1975. No prefácio de *Dialética da natureza*, Engels reconta a história das ciências da natureza, enfatizando não somente sua importância prática, mas, sobretudo, seu teor revolucionário, teórico, como elemento de transformação de nossa compreensão do universo. Ver: ENGELS, Friedrich. *Dialética da natureza*. Rio de Janeiro: Paz e terra, 3ª ed, 1979. Podemos lembrar que o próprio Marx se interessava profundamente pelas ciências da natureza não somente por seu papel no aumento das forças produtivas, mas pelas questões filosóficas que lhe são próprias. Ver: FEIJÓ, Ricardo Luis C. *A ideia de ciência em Marx*. Política & Sociedade - Florianópolis - Vol. 14 - Nº 31 - Set./Dez. de 2015, pp. 293-325. p. 310. A concepção marxista de ciências da natureza está, muito claramente, preocupada com questões teóricas de ontologia e epistemologia, e não somente com problemas práticos. O que se disputa, de um modo geral, é uma determinada concepção de mundo. Para uma visão geral acerca de tal característica, recomendamos: FREIRE JR., Olival. *Ciência e filosofia na experiência socialista*. Princípios, 21, 1991, p. 70-78.

¹⁰⁵ Não é nossa intenção aqui problematizar se a visão marxista de ciência e sociedade encontra-se ultrapassada, ou quão atual deve ser considerada.

¹⁰⁶ Op. Cit.

(...) ao passo que um cognitivista considera valiosa e racional a busca por uma ciência básica “pura”, ou “pesquisa fundamental teoricamente orientada”, mesmo que o conhecimento obtido nunca nos leve a aplicações de utilidade prática, um instrumentalista justifica a racionalidade de toda atividade científica com algum tipo de pesquisa aplicada ou estratégica. Esta é uma das razões pelas quais eu prefiro um *cognitivismo socialmente responsável* ao tipo de instrumentalismo representado por Bernal. (NIINILUOTO. 2004, p. 292)¹⁰⁷

Na axiologia da pesquisa científica do *cognitivismo socialmente responsável* de Niiniluoto, os valores epistêmicos intrínsecos, tais como “conhecimento” e “verdade” ocupam uma posição fundamental, mas os valores sociais também são contemplados. O que Niiniluoto faz é se perguntar: “Qual a melhor maneira de se alcançar sucessos práticos e avanços sociais por meio da ciência?”. Sua resposta parece ser a de que quanto mais fizermos bem feito, *ciência como um fim em si mesmo*, mais criaremos as bases epistêmicas necessárias ao desenvolvimento social.

Outra razão em preferir o cognitivismo é baseada sobre a observação de que *o sucesso empírico e pragmático da ciência pode ser explicado por seu sucesso epistêmico* – e não o contrário, como sugere Bernal. Mesmo se você valoriza mais as aplicações práticas da ciência do que seus avanços puramente epistêmicos, o modo mais efetivo de alcançá-las é por meio do desenvolvimento de teorias poderosas. “A teoria é a coisa mais prática que pode ser concebida” como sustentou Ludwig Boltzmann (Boltzmann 1974, p. 35). Assim sendo, ao invés de ser uma ideologia perigosa e reacionária, como defende Bernal, a busca por valores epistêmicos intrínsecos é um elemento explicativo e indispensável à garantia de que a ciência é capaz de servir como fonte de valores culturais na sociedade. [grifo nosso] (NIINILUOTO. 2004, p. 292-293)¹⁰⁸

Argumentamos que a concepção epistêmica¹⁰⁹ socialmente robusta sustentada por Niiniluoto pode nos ajudar a compreender a situação da ciência contemporânea no mundo globalizado em que Estados e corporações desempenham em conjunto a função de atores globais que determinam as regras do jogo: tudo deve ser comoditizado, mercadorizado pela indústria ou negociado no mercado financeiro.

¹⁰⁷ Ibidem.

¹⁰⁸ Ibidem.

¹⁰⁹ O termo “concepção epistêmica” nos parece mais adequado. Ora, tal concepção é justamente aquela que defende que os valores epistêmicos são valores intrínsecos. Já o termo cognitivismo, de cognição, pode ser bastante ambíguo. Embora o termo “valores cognitivos” seja usado por vários autores na área de filosofia da ciência, como Hugh Lacey, é importante destacar que “cognição” e “cognitivo” são conceitos que pertencem ao jargão da psicologia e designam a capacidade ou o processo de aprendizagem. Neste sentido, uma teoria de física é tão cognitiva quanto uma ciranda de roda, pois ambos são frutos do processo cognitivo humano. A ciência não é mais ou menos cognitiva do que nenhuma atividade humana organizada. Ademais, o termo cognitivismo designa uma concepção teórica que ganhou força na psicologia a partir dos anos 1950. Os cognitivistas criticavam os behavioristas porque ignoravam a função da cognição. Já o termo “epistêmico” possui uma longa tradição e denota não somente aquilo que é da esfera da aprendizagem, mas aquilo que se trata de conhecimento científico. Todavia, para sermos fiéis ao texto original, feitas nossas ressalvas, permaneceremos utilizando o termo cognitivismo como designando a teoria de acordo com a qual os valores epistêmicos são fundamentais para a axiologia da pesquisa científica.

O século passado registrou um processo de acentuada transição na axiologia da pesquisa científica de um *ethos acadêmico* para um *ethos gerencial* (ZIMAN, apud REIS, 2010)¹¹⁰. A pesquisa científica tornou-se cada vez mais instrumental: importante e bem remunerada tão somente porque estratégica para o desenvolvimento das indústrias bélica, farmacêutica, agroquímica, de energia, etc. O Estado, por sua vez, se relaciona com a ciência reproduzindo o modelo corporativo: fomenta a ciência condicionando-a a uma política de metas, produtivista e gerencial, para que dela possa extrair os recursos necessários para o incremento do PIB. Conforme Mendonça e Camargo Jr. (2011,2012), o processo de comoditização da ciência planifica o mundo e, quiçá, desfigura a ciência de modo irreversível¹¹¹.

Todavia, compreendemos que tal processo se iniciou bem antes do século XX. Tanto na Alemanha de Schelling (1775-1854) quanto na Inglaterra de Willian Whewell (1798-1866), o enfraquecimento da pesquisa desinteressada e do espírito especulativo puro nas universidades, o enfraquecimento das universidades enquanto centros de livre criação intelectual e de cultivo do conhecimento como fim em si mesmo, foi diagnosticado por estes pensadores. Em seu *A formação pela ciência: Schelling e a ideia de universidade*¹¹², Ricardo Barbosa lembra que o filósofo alemão rejeitava a ideia de que a universidade deveria ser um centro de formação profissional, cujo principal objetivo seria o de capacitar e qualificar mão de obra para o mercado de trabalho (BARBOSA. 2010, p. 87). Schelling valorizava a produção (intelectual) criativa e não o utilitarismo. Sua preocupação revela que já naquela época a universidade alemã engendrava a dicotomia entre a busca epistêmica por compreensão da realidade e a orientação instrumentalista de uma ciência voltada para as demandas socioeconômicas:

Esta exigência do estudo acadêmico – aprender para produzir criativamente – contrasta com toda visão meramente utilitária da ciência. Schelling se refere ao “nome repugnante” que se deu às ciências voltadas para a satisfação das necessidades humanas imediatas: as “ciências-ganha-pão”, *Brotwissenschaften*. Nenhuma ciência mereceria esse nome. (BARBOSA. 2010, p. 92)¹¹³

¹¹⁰ REIS, Verusca Moss, S. *O Problema do Ethos Científico no Novo Modo de Produção da Ciência Contemporânea*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Tese de Doutorado), 2010.

¹¹¹ (2011): MENDONÇA, André Luís de Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. *O complexo médico-industrial no contexto da comoditização da ciência: relativizando o relativismo*. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade, Vol. 2, No 2, p.7-31. (2011). (2012): MENDONÇA, André Luis Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. *Complexo médico-industrial/financeiro: os lados epistemológico e axiológico da balança*. Physis, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 215-238, 2012.

¹¹² BARBOSA, Ricardo. *A Formação pela Ciência: Schelling e a ideia de universidade*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2010.

¹¹³ Idem.

Em *A ciência como vocação*, Weber retrataria a americanização e a empresalização da universidade alemã no início do século XX¹¹⁴. No caso de Whewell, Leonardo Rogério Miguel destaca que o cientista britânico se interessava pelas relações entre ciência e sociedade e nutria certa preocupação com a profissionalização da ciência que se processava em sua época:

Whewell estava ciente dessa transição e, diante disso, elaborou seu projeto tendo em vista a formação de futuros investigadores capazes de evitar as **tendências utilitarista, instrumental e especializada de produção de conhecimento e tecnologia**. [grifo nosso] (MIGUEL. 2012, p. 21)¹¹⁵

Podemos notar, portanto, que, em meados do século XIX, Whewell já percebera a pressão exercida pela tendência utilitarista e instrumentalista na comunidade científica, o que era fonte de preocupação, uma vez que a ciência, para Whewell, era uma atividade que deveria ser socialmente responsável, mas sem se esquecer de ser, antes de tudo, uma busca pelo saber:

Afinal, **antes de ser um meio para o progresso material da sociedade, a ciência, para Whewell era uma empreitada vocacional**, de caráter espiritual, que implicaria o engajamento e a responsabilidade do praticante em relação a determinados valores sociais. [grifo nosso] (MIGUEL. 2012, p. 21)¹¹⁶

Mais tarde, na França, Pierre Duhem (1861-1916) em sua *A teoria física*¹¹⁷ demonstrava sua preocupação com o avanço da mentalidade industrial na física inglesa. De acordo com Duhem, a física na Inglaterra havia se juntado “às exigências da indústria”, estando condicionada pelas pressões práticas do mercado e difundindo entre a população a confusão entre ciência e tecnologia. De acordo com Duhem, a universidade inglesa havia sido invadida pelo utilitarismo:

O ensino superior já se contaminou pelo utilitarismo e o ensino secundário é presa da epidemia. Em nome do utilitarismo, faz-se tabula rasa dos métodos que até aqui haviam servido para expor as ciências físicas. Rejeitam-se as teorias abstratas e dedutivas. Esforça-se por abrir aos alunos caminhos indutivos e concretos. Não se pretende mais dar aos jovens espíritos ideais e princípios, mas números e fatos. (DUHEM. 2014, p. 125-126)¹¹⁸.

¹¹⁴ WEBER, Max. *A ciência como vocação*. Arthur Morão (Trad.). Lusofia [on line], p. 4. Disponível em: <<www.lusosofia.net/textos/weber_a_ciencia_como_vocacao.pdf>>

¹¹⁵ MIGUEL, L. R. *William Whewell: as motivações e os objetivos de um filósofo da ciência* in *Perspectivas contemporâneas em Filosofia da Ciência*. Antonio Augusto Passos Videira (Org.). Rio de Janeiro: Eduerj, 2012

¹¹⁶ Ibidem.

¹¹⁷ DUHEM, Pierre. *A Teoria Física: Seu objeto e sua estrutura*. Tradução Rogério Soares da Costa. Rio de Janeiro: Eduerj, 2014.

¹¹⁸ Idem.

Duhem chama a atenção para a desfiguração utilitarista dos valores da ciência. Ontem e hoje sabemos que a ciência possui valores, e que se são substituídos por outros, a direção da pesquisa científica se modifica. O geneticista brasileiro Newton Freire-Maia, em *A ciência por dentro*¹¹⁹, ressalta a ciência como parte da cultura, um conjunto de práticas sociais com nuances políticas inegáveis. Conforme Freire-Maia, a ciência não é neutra:

Há quem defenda a tese da neutralidade da ciência, achando que o bom ou mau uso que dela se faz depende de decisões de não-cientistas (políticos, militares, empresários, etc.) que se apropriam de seus resultados e os aplicam de acordo com seus interesses. Não se pode negar, no entanto, que há uma parte da ciência que se encontra a serviço de não-cientistas, com objetivos preestabelecidos de lucro, dominação e guerra. Os cientistas que executam essa ciência programada colocam-na deliberadamente a serviço de outra instância decisória, revelando que essa ciência não possui a inocência e a pureza que alguns nela querem ver (FREIRE-MAIA. 1991, P. 129)¹²⁰.

Ainda hoje a tese da neutralidade pode ser defendida por epistemólogos tradicionais e cientistas pouco versados na história de sua própria atividade. No entanto, estamos vendo o quanto antiga é a preocupação com a degradação dos valores científicos a partir das pressões exercidas por interesses muitas vezes contrários ao bem público e à pesquisa não utilitária. A ciência é parte da sociedade; parte em constante interação com o todo:

A ciência representa um corpo de doutrinas gerado ou em geração num meio social específico e, obviamente, sofrendo as influências dos fatores que compõem a cultura de que faz parte. Produto da sociedade, influi nele e dela sofre as influências (FREIRE-MAIA. 1991, p. 128)¹²¹.

Para o geneticista brasileiro, a natureza complexa da ciência faz dela alvo de múltiplos interesses conflitantes, donde concluímos que determinadas tensões sejam inevitáveis. Freire-Maia responde a questão central desse trabalho – qual é o valor da ciência? – lembrando que existem, ao menos, duas forças motrizes que atuam paralelamente: o amor à ciência move a pesquisa fundamental, o interesse utilitário impulsiona a tecnologia:

Em geral, faz-se ciência por dois motivos: curiosidade intelectual e interesses em fins utilitários. O primeiro decorre do que se poderia chamar de “amor à ciência” e gera, como seu produto primeiro, o prazer de executar as tarefas de investigação científica. O “verdadeiro” cientista tem uma imensa satisfação em realizar o seu trabalho: ama a ciência e, por isso, gosta de estudar e pesquisar. (...) O amor à ciência, a curiosidade intelectual e o gosto do trabalho representam fatores imbricantes que movem a realização da ciência básica (erroneamente chamada, por alguns, de ciência pura), que, como vimos, pode ou não gerar aplicações. O interesse

¹¹⁹ FREIRE-MAIA, Newton. *A ciência por dentro*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1991.

¹²⁰ Idem.

¹²¹ Ibidem.

em fins utilitários move a realização da ciência aplicada (tecnologia) (FREIRE-MAIA. 1991, p. 128)¹²².

A tecnologia é desejável, mas não pode ser a finalidade da ciência. Para Freire-Maia, o cientista não deve confundir os interesses científicos com os interesses financeiros de empresários e políticos. Para tanto, é necessário ter “vocação para a ciência”, um espírito tenaz e “religioso” e um determinado caráter, um *ethos*. Muito além do CUDOS¹²³ de Merton, Freire-Maia pensa em um perfil do cientista, chegando a uma lista com 18 itens¹²⁴, dentre os quais destacamos *amor e dedica o à pesquisa, honestidade, espírito crítico, preocupa o com seu papel na sociedade e com os efeitos de seu trabalho*, e determinadas formas de *desinteresse*¹²⁵. O “desinteresse” não pode ser irrestrito, primeiro porque seria irrealizável, segundo porque nem todo desinteresse é bem vindo. Para o geneticista o cientista deve estar interessado em obter reconhecimento e prestígio entre os pares, mas deve ser desinteressado quanto ao público leigo, isto é, não deve ser movido por desejo de popularidade.

O cientista deve possuir desinteresse por *outras atividades que sejam conflitantes com a tarefa do pesquisador*¹²⁶. Se combinarmos essa regra com aquela que diz que o cientista deve preocupar-se com seu papel social e com as consequências de seu trabalho, veremos que se a sociologia, a história, os novos estudos sociais e conceituais de ciência nos revelam que a ciência não é neutra, como Freire-Maia já o dizia, a axiologia da pesquisa científica nos diz que o cientista, o sujeito da pesquisa científica, deve possuir um código de  tica, um determinado conjunto de valores, ou seja, que ele não *deve* ser neutro. A neutralidade, no caso

¹²² Idem.

¹²³ Conforme Reis (2010), o *ethos mertoniano*   formado pelas seguintes normas: Comunalismo (A ciência deve ser propriedade comum da sociedade), Universalismo (Sua linguagem e procedimentos devem ser abertos e universais e não restritos e particulares), Desinteresse (Os cientistas não devem ser movidos a interesses financeiros, políticos etc; ou seja, interesses “não epistêmicos”), Ceticismo Organizado (A ciência deve ser autocr tica e o critério de escolha e rejei o de teorias deve ser estritamente epistêmico). No entanto, o *ethos* vigente seria p s-acadêmico (Cf. Ziman) ou não mertoniano, predominando PLACE ao invés de CUDOS. PLACE significaria Proprietário (ao invés de comum), Local (ao invés de universal), Autoritário (portanto não democrático), Comissionado (Ao invés de desinteressado) e Especializado. Para saber mais, ver: REIS, Verusca Moss Simões dos; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. John Ziman e a ciência p s-acadêmica: consensibilidade, consensualidade e confiabilidade. *Sci. stud.*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 583-611, 2013.

¹²⁴ (1) amor e dedica o à pesquisa, (2) honestidade, (3) inteligência, (4) imagina o, (5) curiosidade, (6) organiza o (disciplina), (7) capacidade de trabalho, (8) interesse pelo estudo (leituras científicas), (9) espírito crítico, (10) espírito aberto a novidades, (11) preocupa o com seu papel na sociedade e com os efeitos de seu trabalho, (12) poder de concentra o, (13) rapidez no trabalho, (14) capacidade para trabalhar em equipe, (15) capacidade de reda o, (16) desinteresse por outras atividades que sejam conflitantes com a tarefa do pesquisador, (17) desejo de reconhecimento e prestígio no meio científico internacional, (18) desinteresse por popularidade no meio leigo.

¹²⁵ Op. Cit. p, 180.

¹²⁶ Idem.

individual, não é isenção de responsabilidade, é omissão, logo, confissão de irresponsabilidade. Neutralidade, em último caso, seria adesão ao *status quo*, afinal, *Qui tacet, consentire videtur*, “quem cala, consente”¹²⁷. O físico da Universidade de Yale, Samuel MacDowell, defende semelhante posição em *Responsabilidade social dos cientistas*:

Em virtude da ligação cada vez maior entre progresso científico e desenvolvimento social, cabe aos cientistas indagar com mais frequência e de modo mais crítico e sistemático sobre a utilização da ciência e dos resultados de suas pesquisas. Creio que há evidência contundente em favor do argumento de que os investimentos públicos em pesquisa científica têm tido um retorno bastante compensador em termos da utilização para o bem-estar social dos progressos científicos obtidos. Por outro lado, creio também que se pode questionar, não somente quanto à aplicação de conhecimentos científicos com finalidades destrutivas ou nocivas à humanidade e à natureza, mas também quanto à distribuição destes benefícios entre diferentes setores da sociedade. Considerarei aqui, em particular, quatro aspectos do relacionamento da ciência com a sociedade que, a meu ver, requerem a atenção e a reflexão do cientista: 1) Aplicação da ciência com fins militares; 2) Impacto do avanço tecnológico e industrial no meio ambiente; 3) Distribuição dos benefícios resultantes do progresso científico e tecnológico; 4) Difusão da ciência e o problema da educação (MACDOWELL. 1988, p. 70)¹²⁸.

MacDowell enfatiza que o cientista não pode se alienar, voluntariamente, de seu trabalho. Ao declarar que não tem responsabilidade sobre os usos, impactos e consequências de sua pesquisa, o pesquisador promove sua despolitização e endossa o mito da neutralidade. Parece ser justamente essa a postura de Gleiser em *O papel do Estado e dos cientistas em projetos de produção de armas*¹²⁹, ao defender que a ciência não é moral nem imoral, mas amoral, uma coletânea de fatos e observações, portanto, neutra¹³⁰. Os cientistas projetam as

¹²⁷ Como dito em outro momento deste trabalho, se nós, que fazemos estudos de ciência, pretendemos que estes sejam científicos, temos de admitir que também em nosso trabalho não há neutralidade, e portanto, não há “descrição pura” da ciência “tal como é”. Toda descrição carrega consigo uma carga de valores, de metafísica, axiologia, ideologia, de visão política e social, logo, toda descrição possui um viés normativo, ainda que tácito. O mito da neutralidade apenas nos obnubla a compreensão de que a vindicação de uma “descrição pura” já é, por si mesma, uma adesão ao *status quo*.

¹²⁸ MACDOWELL, Samuel. *Responsabilidade social dos cientistas: natureza das ciências exatas*. Estud. av., São Paulo, v. 2, n. 3, p. 67-76, Dec. 1988.

¹²⁹ GLEISER, Marcelo. *O papel do Estado e dos cientistas em projetos de produção de armas*. Folha de São Paulo, 15 de Abril de 2017.

¹³⁰ Para uma posição francamente oposta à de Gleiser, podemos lembrar o texto de Marcuse, *A responsabilidade do cientista*: “A proposição que desejo apresentar é a seguinte: a ciência (isto é, o cientista) é responsável pelo uso que a sociedade faz da ciência; o cientista é responsável pelas consequências sociais da ciência. Argumentarei que esta proposição não depende para sua validade de quaisquer normas morais fora e além da ciência, ou de qualquer ponto de vista religioso ou humanitário. Em vez disso, sugiro que a proposição é ditada pela estrutura interna e o telos da ciência, e pelo lugar e função da ciência na realidade social”. MARCUSE, Herbert. *A responsabilidade da ciência*. Sci. stud., São Paulo, v. 7, n. 1, p. 159-164, Mar. 2009. p.159. E ainda: (...) a pretensa neutralidade da ciência e a indiferença quanto aos valores, das quais ela se gaba, na verdade promovem o poder de forças externas sobre o desenvolvimento científico interno (p.161). MARCUSE, H. *The responsibility of science*. In: KRIEGER, L. & STERN, F. (Org.). *The responsibility of power: historical essays in honor of Hajo Holborn*. New York: Doubleday, 1967. p. 439-44.

armas, mas são os políticos que decidem usá-las. Tal posição é oposta àquela de homens de ciência como Macdowell, que, ao contrário de Gleiser, pensa que é preciso que o cientista assuma criticamente a responsabilidade moral que lhe compete, lutando para que a ciência sirva aos interesses sociais do bem público. Macdowell cita quatro eixos principais que merecem atenção dos pesquisadores. (1) Acerca das aplicações militares da ciência, o físico lembra que, desde a fabricação das primeiras armas nucleares, o arsenal mundial aumentou assustadoramente. Os cientistas, a seu ver, não podem desvincular seu trabalho da política e, portanto, deveriam se posicionar aberta e radicalmente contrários aos usos militares da pesquisa científica. Quase trinta anos após o artigo de MacDowell podemos constatar que a situação só piorou; (2) O segundo ponto listado tratava dos impactos ambientais do avanço tecnológico. O físico relatava os imensos perigos do lixo radioativo oriundo da geração de energia por matriz nuclear e apontava para a crescente degradação do meio ambiente por poluição de todo o ecossistema a partir do crescimento industrial e do agronegócio; (3) A má distribuição dos progressos científicos e (4) a falta de educação de qualidade para a maior parte da população, sobretudo nos países em desenvolvimento, também são desafios diante dos quais o cientista não deve silenciar. Não basta que a ciência produza tecnologia, os cientistas devem se posicionar: quais tecnologias, com que interesses e impactos, estendidas a quantos por cento da população? Ciência e tecnologia para quem? E produzir tecnologia, basta? Antonio Augusto Passos Videira, em seu artigo *Metafísica, físicos, valores: Um ensaio sobre a crise dos fundamentos das ciências naturais na passagem do século XIX para o século XX*¹³¹, nos lembra que a questão acerca do valor da ciência permanece fulcral, e que os cientistas respondem negativamente esta última questão:

Os cientistas sabem que não se pode determinar o valor da ciência somente porque a ciência é capaz de criar produtos tecnológicos. A ciência deve possuir um valor intrínseco, muitas vezes associado ao fato de ser um tipo específico de conhecimento. Ela não se resume aos produtos que gera. (VIDEIRA. 2011, p. 193)

Nos séculos XIX, XX e XXI cientistas de diversas partes do mundo pontuaram que a ciência pressupõe valores que, se corrompidos, poderiam colocar em risco sua própria existência. Claro que cada qual falou a partir de um lugar, de um contexto social e histórico peculiar. No entanto, com palavras diferentes, disseram que o valor da ciência não se reduz à aplicação, que seu valor não é utilitário, que a utilidade desejável decorre como consequência.

¹³¹ VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Metafísica, Físicos, Valores: Um ensaio sobre a crise dos fundamentos das ciências naturais na passagem do século XIX para o século XX*. Ensaios Filosóficos, Volume IV - outubro/2011

Podem todos estar errados. Mas os fatos, a situação do mundo atual, a preocupação de cientistas de nossos tempos, parecem indicar que não.

2 **BIG SCIENCE E TECNOCIÊNCIA UTILITARISTA: ERA DE OURO OU ÉPOCA DE CRISE?**

Os fatos estão mostrando, não que a tecnologia não seja importante, mas que não é a coisa mais importante. O mais importante é o homem, e qualquer subestimação do homem diante da tecnologia é sempre um erro gravíssimo, sobretudo na época atual.

Mário Schenberg

Por mais brilhante que seja um cientista, ele prostituirá toda a sua vida se dedicar suas qualidades ao serviço de organizações com fins nitidamente contrários ao bem da humanidade.

Newton Freire-Maia

2.1 **Verdade e utilidade**

Acreditamos que o problema da ciência, ou, as questões acerca de seu valor, de seu “para que”, “como” e “para quem”, nos remete ao problema da própria civilização ocidental moderna, em sentido amplo. “Como vai a ciência?” é uma pergunta que não pode ser posta em separado de outras bem mais amplas. Nas palavras do físico filósofo brasileiro José Leite Lopes, “*Que ciência e que cultura, para qual projeto de sociedade e em qual mundo?*”¹³², eis a questão. Pensar a ciência é também pensar qual é o seu lugar na cultura. O problema acerca de qual ciência nós queremos deve ser pensado, ao fim e ao cabo, em relação com outras reflexões, a saber, qual civilização nós queremos, qual nosso ideal de cultura, qual o sentido que dirige a vida comum, em torno de quais valores se organizam nossas sociedades? É a ciência um modo de incrementar a base material das sociedades modernas, ou, além disso, a ciência é uma busca espiritual por compreensão capaz de nos oferecer um sentido para a existência, não somente individual, mas, sobretudo, coletiva, social? Pode ser a ciência as duas coisas? É possível que a ciência seja uma busca espiritual cujos frutos possam ser associados ao conhecimento tecnológico, gerando a elevação da base material da vida em sociedade? Se assim assumirmos, superaremos a dicotomia entre as visões de Cohen e Bernal, evitando os extremos de cada qual. Com Cohen, pensaremos a ciência como uma atividade espiritual nobre por si mesma, e com Bernal pensaremos que tal atividade pode e deve nos ajudar na concretização de um mundo justo e próspero para todos.

Afinal, todas essas questões, cremos, confluem para o problema central acerca do valor da ciência e de seu lugar na cultura. A noção de “utilidade” está presente tanto em uma

¹³² LOPES, J. L. *A ciência e a construção da sociedade na América Latina* In *Ciência e Liberdade*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; CBPF/MCT, 1998. p. 166

imagem de ciência que seja epistemicamente centrada, compatível com a ideia de ciência como busca espiritual por compreensão e sentido, quanto em uma imagem utilitarista de ciência, de acordo com a qual o valor da ciência está em sua grande capacidade e eficiência em incrementar a base material da civilização moderna. No primeiro caso, um avanço teórico puramente abstrato pode ser tão útil quanto um poema, e ambos, extremamente úteis para a cultura, posto que emanem aquela beleza invulgar que torna a vida intelectual mais rica, como nas palavras de Pessoa, *o binômio de Newton é tão belo quanto a Vênus de Millo. O que há é pouca gente para dar por isso*¹³³. Ocorre que aqui a utilidade não é nem um produto, nem um serviço, não é algo que possa, diretamente, tornar-se uma *commodity*, não é uma “utilidade prática” no sentido de não ser nenhum objeto, meio material ou processo pensado para suprir, de modo imediato e i-mediado, quaisquer demandas básicas relativas à base material da vida social, nem um produto criado para gerar novas necessidades ou para ser empregado no lazer e entretenimento. A utilidade, nesse caso, é tão abstrata quanto a teoria, o poema, ou a pintura. Claro que alguém pode argumentar que a pintura possui a utilidade prática de decorar o ambiente, e a música, de entreter-nos enquanto comemos, mas aqueles que pensam assim avaliam o valor da arte com demasiada pressa e superficialidade, assim como muitos o fazem com o valor da ciência.

A própria noção de “prática” também deve ser problematizada. O que é prático para o utilitarismo é aquilo que serve como produto ou serviço, é o bem ou processo técnico e tecnológico, capaz de intervir materialmente no mundo ou remodelar o curso das ações, seja para atender um problema de primeira necessidade, ou para simplesmente distrair. A utilidade do utilitarismo é um objeto de consumo. Sendo assim, novas teorias no campo da matemática pura e da filologia clássica, por exemplo, não possuem valor prático imediato e direto, embora possam ser instrumentalizados indiretamente, enquanto um telefone, um sistema de ignição, a tecnologia do GPS, um inseticida e uma bomba de destruição em massa possuem elevado valor prático. Mas em uma metafísica não utilitarista, o que é prático é aquilo que cumpre bem uma função, seja concreta ou abstrata. É assim que, na matemática pura, há o valor prático do zero para a teoria dos números, e as escalas musicais possuem elevado valor prático na teoria da música. Não importa se com o zero os matemáticos desenvolverão um conhecimento puramente teórico e abstrato, ou se com as notas os compositores irão compor música sacra. Aprecia-se o valor teórico próprio de tais inovações, e constata-se que as

¹³³ Transcrição da versão ortográfica de Teresa Rita Lopes na sua edição do Livro de Versos de Álvaro de Campos, um dos principais heterônimos de Fernando Pessoa (1888-1935). Editorial Estampa, Lisboa, 1993.

mesmas podem gerar aplicações promissoras. O termo utilidade prática não possui o mesmo significado quando aparece em perspectivas utilitaristas e não utilitaristas. Um poema, em um *ethos* não utilitarista pode ter a maior das utilidades: atribuir sentido à vida, graça ao mundo, apresentando-nos à beleza e ao mistério.

Foi ressaltando essa utilidade abstrata e intelectual que Boltzmann sublinhou que a teoria, além de possuir uma “missão intelectual” é não somente algo prático, como é a *quintessência da prática* (BOLTZMANN. 2004, p. 54)¹³⁴. Argumentamos que a ideia de Boltzmann pode lançar luz sobre uma questão bastante atual, a da relação entre teoria e prática. Temos receio de que a recusa do *theorocentrism* nos tenha lançado rumo a outra atitude igualmente reducionista e deveras limitada, o que poderíamos designar como *practicecentrism*, que parece presente nos estudos de ciências, na filosofia, na história e na sociologia das ciências. Não basta repetir que a ciência é um conjunto de práticas locais e que entender a ciência é descrever como tais práticas ocorrem. É preciso avançar e superar qualquer falsa dicotomia entre prática e teoria. Por que os etnógrafos da ciência, ao menos em um primeiro momento, se limitam aos estudos de laboratório?¹³⁵ Por que não estender seus estudos para bibliotecas e departamentos de física teórica? Ora, fica sempre a impressão de que a ciência é aquilo que é feito somente nos laboratórios¹³⁶. Essa noção fica clara quando os *science studies* assumem o laboratório como *locus* da prática científica¹³⁷. Quinze pesquisadores, enfiados em uma biblioteca em uma tarde de verão, lendo horas e horas a fio, fazendo anotações e comparando textos, não estão fazendo ciência? Suas ações, e rotinas, não revelam, igualmente, suas práticas? O trabalho do teórico, meia-noite, na solidão de seu escritório, ou na agitação diurna de seu departamento, consultando um sem número de artigos, fazendo cálculos, resolvendo equações, não é uma prática científica? Argumentamos que a

¹³⁴ Op. Cit.

¹³⁵ Evidentemente não há problema algum em se assumir o laboratório como “um” lugar de pesquisa científica, pois de fato é isso o que ele é. O problema está em tomá-lo como “o” lugar. Gilberto Hochman nos lembra de que os estudos de laboratório “pretendem investigar como o conhecimento é gerado, no seu lugar específico, o laboratório”. Cremos que estudar o laboratório como espaço de produção do conhecimento científico é de imensa importância, mas a atitude de pensar o laboratório como “o” lugar “específico” de produção do conhecimento científico constitui entrave à compreensão da pluralidade, complexidade e diversidade de práticas de pesquisa científica. Ver: HOCHMAN, Gilberto. A ciência entre a comunidade e o mercado: Leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina in *Filosofia, História e Sociologia das Ciências – abordagens contemporâneas*. Vera Portocarrero (Org.). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. p. 221.

¹³⁶ George de Cerqueira Leite Zarur em *A Arena Científica* pensa que a “diversidade de contextos sociais” é um dos problemas centrais esquecidos pela nova sociologia da ciência. Autores como Woolgar, Latour e Knorr-Cetina “situam o laboratório como *locus* da pesquisa científica”. Ver: ZARUR, George de Cerqueira L. *A Arena Científica*. Campinas-SP, 1994. p. 40.

¹³⁷ GALISON, P. *Culturas etéreas e culturas materiais in A ciência tal qual se faz*. Coord. Fernando Gil. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1999.

produção do conhecimento científico não possui um *locus* específico, mas ocorre a partir de uma densa rede, de uma complexa trama de localidades interconectadas e plurais.

O *praticocentrismo* e o *laboratoriocentrismo* não são respostas ricas e complexas para o *teorocentrismo*. Conforme Niiniluoto nos lembra em *Critical scientific realism*¹³⁸, Boltzmann afirma que não há nada mais prático do que a teoria. O trabalho teórico é uma prática que requer atenção, precisão, persistência e esforço físico e mental. Calibrar um instrumento de medida demanda concentração, mas “calibrar” uma equação ou um cálculo não é uma prática menos concreta ou minuciosa. Um único número suprimido, uma variável mal ajustada, e o resultado pode ser amplamente distorcido. Mas com qual finalidade utilitarista o físico teórico busca as equações de uma teoria de campo unificado? Em nome de qual utilidade prática utilitarista o matemático busca desenvolver um modelo para testar o teorema de Gödel ou tenta resolver o último teorema de Fermat? Ora, se Boltzmann está certo, toda teoria é uma prática e possui um valor prático abstrato não utilitário, e isso basta. Uma teoria não precisa servir para alguma coisa no sentido utilitário que um martelo serve para pregar, um serrote para serrar, uma sonda para achar petróleo, um *smartphone* para um sem número de coisas, ou o GPS para as telecomunicações e transportes. Ela pode servir para alguma coisa em outro sentido. Uma cantata de Bach serve em ser música, um quadro de Modigliani serve em ser pintura, e os versos de Pessoa são valiosos por serem versos. Todos esses entes intelectuais, teóricos e estéticos, servem, mas não para pregar, serrar, cozer, transportar, localizar ou computar, mas para enriquecer a experiência humana e a cultura. Se isso não basta como valor, então nossa pobreza é insuperável. Para Boltzmann, a teoria é prática, e o valor prático da teoria é epistêmico, e, portanto, não se esgota, nem se reduz a aplicações utilitárias.

Que se cale ante a questão “para que isso serve?”, a qual é usualmente lançada aos esforços mais abstratos. **Em que é útil**, poder-se-ia replicar perguntando, **o fomento da vida por meio do ganho de vantagens práticas** às expensas daquilo que dá vida à vida, daquilo que unicamente a faz digna de ser vivida: o cultivo do ideal? [grifo nosso] (BOLTZMANN. 2004, p. 55)¹³⁹.

Esta bela passagem de Boltzmann revela muito mais do que seu talento como escritor, revela a filosofia da ciência de um dos físicos mais importantes do século XIX. Ela confirma a percepção da presença do utilitarismo como uma ameaça sempre constante e à espreita, pronta a ser lançada contra os “esforços mais abstratos”. O utilitarista está sempre a apontar o dedo para as coisas e perguntar “afinal, para que isso serve?”. Mas a sutileza de espírito e o

¹³⁸ Op.Cit.

¹³⁹ Op. Cit.

refinamento intelectual de Boltzmann são tamanhos, que poderíamos perguntar “em que é útil o utilitarismo?”. Qual a utilidade do utilitarismo, se, afinal, empobrece a vida e corrompe aquilo que lhe dá sentido, “o cultivo do ideal”? Esse é um ponto fulcral que deve reter nossa atenção: a passagem citada mostra que (I) a atitude utilitarista é percebida por Boltzmann como algo usual dentre aqueles que pretendem questionar o trabalho dos teóricos, trabalho que pretensamente não serve para nada e (II) a réplica de Boltzmann, embora polida e altamente sofisticada, é uma crítica implacável e contundente à nocividade do utilitarismo, que cresce às expensas daquilo que dá sentido à vida. O utilitarismo é pobre e empobrecedor, pois não dá sentido à vida, segundo Boltzmann.

Outro importante autor que enfatiza a ciência como uma busca espiritual, religiosa, e recusa o utilitarismo, é Max Planck. O físico filósofo alemão Max Planck (1858-1947) é considerado o pioneiro da mecânica quântica¹⁴⁰. A escolha por Planck, sendo assim, carrega uma simbologia muito grande. O cientista alemão inaugura o século e uma nova física elaborando uma teoria quântica. Planck concebia a ciência como uma das mais elevadas atividades humanas. E mesmo dentre estas, a ciência se destaca, pois objetiva a compreensão daquilo que permanece e que está além do particular; a ciência se volta para o universal, e o eterno em detrimento do relativo: “Sempre considerei a busca do absoluto a mais nobre tarefa da ciência”¹⁴¹. Esse absoluto se revela, sobretudo, na constância, invariabilidade e universalidade das leis naturais: “O absoluto pareceu estar mais profundamente arraigado na essência das leis naturais do que se pensava”¹⁴².

¹⁴⁰ A mecânica quântica trata dos menores constituintes da matéria, as partículas subatômicas. É a física das menores escalas espaciais: “‘Mecânica quântica’ é a descrição do comportamento da matéria em todos os seus detalhes e, em particular, dos acontecimentos em uma escala atômica”. FEYNMAN, Richard. *Física em 12 lições*. Tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. p. 128. Planck é considerado o pioneiro da mecânica quântica por ter oferecido uma solução descontínua, ou discreta (quantizável, *quantum*, do latim, quantidade), para o problema da radiação de corpo negro em 1900. Para saber mais, recomendamos uma leitura simples: *A catástrofe ultravioleta* em POLKINGHORNE, John. *Teoria quântica*. Tradução Iuri Abreu. Porto Alegre: L&PM, 2012. p. 18-20. Recomendamos também OMNÈS, Roland. *Filosofia da Ciência Contemporânea*. Tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Ed. da Unesp, 1996. p. 166. A descrição de Stephen Hawking da solução de Planck para a radiação de corpo negro também é muito famosa. Ver HAWKING, Stephen. *Uma nova história do tempo*. Tradução Vera de Paula de Assis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. p. 93.

¹⁴¹ PLANCK, Max. *Autobiografia científica e outros ensaios*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012. p. 37.

¹⁴² *Ibidem*, p. 39.

Planck enfatizou diversas vezes que concebia que o objetivo da ciência era tentar superar o relativo embora “não exista conhecimento direto do absoluto”¹⁴³ e este se encontre, sempre, para além de nossa compreensão.

Como os grandes nomes da ciência, o físico filósofo alemão não foi somente um cientista brilhante, como também um filósofo notável, capaz de refletir criticamente acerca dos fundamentos de sua própria atividade. De acordo com ele, a presença da metafísica é inevitável¹⁴⁴ para a ciência. Talvez mais do que isso – a metafísica é fundamental, pois oferece à ciência pressupostos que são condições *sine qua non* da mesma:

O fundamento e a condição prévia de toda ciência verdadeira e fecunda é a hipótese – indemonstrável em lógica pura, mas que a lógica também nunca poderá refutar – de que existe um mundo exterior independente de nós e que podemos conhecer diretamente por nossos sentidos particulares [grifo nosso] (PLANCK. 2012, p. 151)¹⁴⁵.

De um lado toda a atividade científica, mesmo que tenha por objeto o que há de mais elevado no espírito humano, baseia-se num postulado indispensável: acima de todo acaso, de todo arbítrio, existe uma ordem regida por leis¹⁴⁶.

Planck compreendia uma profunda similitude e mesmo ligação entre as experiências religiosa, estética e científica¹⁴⁷. A perplexidade do religioso autêntico, ao experimentar o sagrado, o enlevo, o sentimento do sublime e da graça, e do artista, ao contemplar ou criar beleza, o espanto e a admiração do homem de ciência diante do universo sem fim e suas leis,

¹⁴³ Ibidem, p. 82.

¹⁴⁴ Para saber mais acerca da relação entre ciência e metafísica, ver VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *A inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do século 19: O caso da física teórica*. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2013. Recomendamos também KUHLMANN, Meinard. *O que é Real? Scientific American Brasil*, São Paulo: Duetto, n. 51, edição especial, s/d.

¹⁴⁵ Op. cit. p. 151.

¹⁴⁶ Ibidem, p. 101.

¹⁴⁷ Para o físico brasileiro Marcelo Gleiser, o ideal de unificação possui raízes e fortes implicações religiosas e estéticas: “a crença numa teoria física que propõe uma unificação do mundo material – um código oculto da Natureza – é a versão científica da crença religiosa na unidade de todas as coisas. Podemos chamá-la de ‘ciência monoteísta’. Alguns dos maiores cientistas de todos os tempos, Kepler, Newton, Faraday, Einstein, Heisenberg e Schrödinger, dentre outros, dedicaram décadas de suas vidas buscando por esse código misterioso, que, se encontrado, revelaria os grandes mistérios da existência. [...] Ecoando os ensinamentos de Pitágoras e Platão, essa noção expressa um julgamento estético de que teorias com um alto grau de simetria matemática são mais belas e que, como escreveu o poeta John Keats em 1819, ‘beleza é verdade’”. Gleiser defende a necessidade de abdicarmos do ideal de unificação, notável em toda a história do pensamento racional e marcante na ciência contemporânea. Para saber mais: GLEISER, Marcelo. *A criação imperfeita*. Rio de Janeiro: Record, 2010. p. 2-3.

nos impulsionaria, numa única direção¹⁴⁸. Desse modo, referindo-se a homens como Copérnico, Kepler e Newton, Planck destaca que tais valores estavam presentes em seu trabalho: “O que lhes dava coragem era a fé na conformidade de suas concepções do Universo com a realidade, e essa fé se apoiava em bases estéticas ou religiosas”¹⁴⁹. Sendo assim, a ciência também possui um teor confessional. Para Planck, aquele que faz ciência alicerça seu conhecimento em um tipo de crença: “Para todos esses homens [como Kepler e Newton], a devoção à ciência era, consciente ou inconscientemente, uma questão de fé, uma fé serena numa ordem racional do Universo”¹⁵⁰.

Essa fé é o que une ciência e religião. “Ambas dizem que existe uma ordem racional que independe do homem”. De certa forma, portanto, o pressuposto metafísico de ordenamento do real é fundamento tanto da ciência quanto da religião: “Ciência e religião não formam uma antítese. Precisam completar-se em todo homem que pensa seriamente. Não é por acaso que os maiores gênios de todos os tempos foram também religiosos embora não gostassem de se expor publicamente”¹⁵¹.

É importante notar como Planck aproxima ciência e religião, e não ciência e indústria, ou ciência e mercado, por exemplo. Qual é a utilidade prática de buscar o Absoluto mesmo sabendo que nunca se poderá conquistá-lo? Assim como Boltzmann, Planck não entende que o valor da ciência seja utilitário: “A aspiração ideal do físico é compreender a realidade do mundo externo”¹⁵². A filosofia de Planck é um bom exemplo de nosso pressuposto de que toda prática científica possui uma base metafísico-axiológica. A concepção de ciência de Planck está calcada tanto em pressupostos metafísicos quanto em princípios axiológicos¹⁵³. No plano axiológico, ao aproximar a atitude científica do espírito religioso, Planck concebe que o cientista deve reunir algumas virtudes básicas indispensáveis comuns aos religiosos, como a busca desinteressada da verdade. A fé no ordenamento e na unidade da natureza, a

¹⁴⁸ O físico francês Pierre Duhem também concebeu que a “emoção estética” é um dos principais móveis da ciência: “Junto com a ordem reinante, vem também a beleza. Por conseguinte, a teoria não se torna somente um conjunto de leis físicas que ela apresenta de forma mais fácil para o manejo, mais cômoda e mais útil, mas ela se torna também mais bela”. Para Duhem, uma teoria científica é como “uma obra de arte”. DUHEM, Pierre. *A Teoria Física: Seu objeto e sua estrutura*. Tradução Rogério Soares da Costa. Rio de Janeiro: Eduerj, 2014. p. 51.

¹⁴⁹ Op. cit. p. 87.

¹⁵⁰ Ibidem, p. 57.

¹⁵¹ Ibidem, p. 169.

¹⁵² PLANCK, Max. *¿Adonde va la ciencia ?* Felipe Jiménez de Asúa (Trad). 3a ed. Buenos Aires: Editorial Losada, 1947. p. 96.

¹⁵³ Relacionados por um princípio de compatibilidade e adequação.

determinação e a coragem seriam valores fundamentais para o pesquisador. Em relação aos pressupostos, como vimos, Planck assume uma posição que vamos chamar de “realismo nomológico”: “(...) o físico deve aceitar que o universo físico está governado por algum sistema de leis e que pode ser compreendido”¹⁵⁴. Quais são os pressupostos metafísicos de toda investigação científica na compreensão de Planck fica ainda mais claro quando este afirma que:

(...) existem dois teoremas que em conjunto formam **o ponto cardinal que orienta toda a estrutura da ciência física**. Estes teoremas são: 1. Há um mundo real externo que existe independente de nosso conhecimento; 2. O mundo real externo não é diretamente cognoscível. Em certo sentido esses dois juízos se contradizem. Isto revela a presença de um elemento místico que se adere à ciência física como a qualquer outro ramo do conhecimento humano. As realidades cognoscíveis da natureza não podem ser totalmente descobertas por nenhum ramo de alguma ciência. Isso significa que a ciência nunca se encontra em situação de explicar de forma conclusiva e decisiva os problemas que tem de enfrentar. (...) O objetivo da ciência vai além, é um incessante esforço até uma meta que nunca pode ser alcançada, pois, dada a sua natureza, é inexequível. É algo essencialmente metafísico e como sempre, se encontra além de nossas conquistas. [grifo nosso] (PLANCK. 1947, p. 87-88)¹⁵⁵.

A ideia da metafísica como *força de orientação* pode ser trabalhada de modo interessante a partir de um diálogo com Planck. O físico filósofo alemão concebe que dois pressupostos metafísicos formam o ponto cardinal que orienta a ciência física. O primeiro é o pressuposto do realismo, o segundo chamaremos de pressuposto racionalista moderado:

1. O mundo físico existe de modo objetivo, sendo ordenado em leis.
2. Este mundo pode ser parcialmente conhecido.

Se os pressupostos são forças que orientam, como “pontos cardiais”, os valores da ciência são a atitude axiológica com que se deve caminhar. Que outra atitude seria capaz de encorajar alguém a buscar um alvo eternamente movente que nunca se apreende em sua totalidade? A prática científica é uma ascese, ou como dissera Boltzmann, o *cultivo de um ideal*. Neste sentido, o pensamento de Planck parece ecoar em outro grande físico do início do século passado, Max Born:

A física por si não é apenas um fator de progresso material, mas também um elemento na evolução espiritual do homem. (...) O pensamento americano, de seu lado, encontra-se à mercê de um pragmatismo superficial que confunde verdade e utilidade. Não posso aderir a ele. Creio, por exemplo, que as leis da física nuclear contêm grande parte de verdade, mas que apenas o futuro estará apto a nos dizer se

¹⁵⁴ Op. cit. p. 89 (2012).

¹⁵⁵ Op. cit. (1947).

finalmente elas serão úteis à humanidade ou se trarão apenas morte e destruição [grifo nosso] (BORN. 2000, p. 88-89)¹⁵⁶.

Alguns elementos do pensamento de Born merecem destaque. Primeiro ele não nega que a ciência seja um fator de progresso material. Evidentemente o é, e, em princípio, isso é bom, embora não seja ‘necessariamente’ bom, pois o progresso material poderá ser usado para a “morte e destruição”. Logo, o que pode fazer com que esse progresso material não degrade em barbárie? Nada poderá evitá-lo a não ser que a física seja também um fator de “evolução espiritual”. Born pensa que o “pragmatismo superficial” que grassa no pensamento norte-americano confunde “verdade e utilidade”. Nesse trabalho denominamos de *metafísica utilitarista* o pensamento que substitui verdade por utilidade.

A verdade, para Born, transcende a utilidade. Verdade e utilidade não são redutíveis. Aqui há um problema que demanda grande reflexão. A física nuclear, acredita Born, contém verdades, mas ainda assim, se guiada pelos valores errados, pode não apenas não ser “útil” para o bem estar humano, como nos levar à morte e destruição. Já o pragmatismo superficial pode promover o progresso material, aumentando nosso conforto, assegurando melhores moradias, alimentação, transportes, educação e serviços de saúde, mas, ainda assim, não garantir nossa evolução espiritual.

Born não estabelece, no texto, nenhum vínculo entre o verdadeiro e o bom, não nesses termos, mas acreditamos que ele o faz quando enfatiza que o cientista não pode prescindir da reflexão ética. A ciência não é somente um modo de entender, manipular e mesmo controlar a natureza, mas um exercício ético de saber quando e por que fazê-lo, e quando fazê-lo seria moralmente catastrófico. Nesse sentido, deve haver um princípio moral, ético, que vincula o conhecimento da verdade aos valores subjacentes aos usos políticos e sociais deste saber. O fato de que *Saber é Poder* é que promove o nexos entre o verdadeiro e o bom, pois significa que a responsabilidade ética do cientista é enorme. Born estava ciente de tal responsabilidade:

(...) gostaria de acrescentar, concluindo, que os problemas éticos oriundos do prodigioso crescimento do poder posto à disposição do homem me absorve tanto, se não mais, do que os problemas científicos e políticos (BORN. 2000, p. 89)¹⁵⁷.

Não é possível buscar a verdade sem se compromissar com o bem, não há como o cientista trabalhar na produção de conhecimentos que aumentam nosso poder de controle sobre determinados processos naturais, sem refletir acerca dos problemas éticos e políticos

¹⁵⁶ BORN, M; AUGER; SCHRÖDINGER, E; HEISENBERG, W. *Problemas da Física Moderna*. Trad. Gita. K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva: 2006.

¹⁵⁷ Ibidem.

que decorrem de tal atividade. Assim como a verdade, o bem deve ser um valor intrínseco da pesquisa. O cientista não pode alienar-se e furtar-se à reflexão ética, a não ser que ignore sua responsabilidade moral e abrace o mito da neutralidade.

Concordando, em certa medida, com Planck e Born, neste trabalho assumimos um realismo nomológico socialmente engajado, ou uma visão de ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta, semelhante à de Niiniluoto. Isto significa que pressupomos que (1) há uma realidade objetiva ordenada em leis (embora as representações de tal verdade variem conforme o contexto histórico-social de sua produção); (2) a ciência é um modo peculiar e eficiente de se conhecer tal realidade; e (3) o conhecimento assim obtido deve servir ao enriquecimento espiritual e material dos povos, promovendo iniciativas que visam assegurar justiça social, saúde, paz e prosperidade como bens comuns. A ciência, portanto, *deve* buscar a verdade, o bem e o belo.

2.2 Big Science e tecnociência

É preciso analisar como alguns fatos históricos que marcaram o século XX concorreram para a constituição de uma rede multinacional de pesquisa com práticas de investigação coletiva e estratégica chamada de *Big Science*, e como desta se originou propriamente o que chamamos de tecnociência. Peter Galison, em entrevista à *Atomic Heritage Foundation*¹⁵⁸, narra como o *Projeto Manhattan* em Los Alamos, de desenvolvimento da bomba atômica, baseou-se sobre os dois pilares teóricos da física contemporânea, a relatividade por um lado, e a mecânica quântica por outro. A corrida armamentista promovida pela Segunda Guerra proporcionou investimentos pesados em ciência básica, como física nuclear, e no desenvolvimento de tecnologias de guerra. Evidentemente, o objetivo de todos os investimentos era a possibilidade de aplicação no curto e médio prazo das técnicas e tecnologias desenvolvidas. Galison enfatiza que o *Projeto Manhattan* criou uma vasta rede de cientistas e técnicos, reunindo físicos teóricos, cientistas da computação, químicos, metalúrgicos e diversos outros pesquisadores, e mobilizou grandes indústrias, corporações, e instituições, como a DuPont e as Forças Armadas norte-americanas,

¹⁵⁸ GALISON, Peter. *Interview*. Cambridge: Atomic Heritage Foundation, 2015. Disponível em: <<http://manhattanprojectvoices.org/oral-histories/peter-galisons-interview>>

criando um modelo de cooperação entre o Estado e empresas privadas no financiamento de grandes projetos de pesquisa:

These are world changing large projects of a scientific technical sort. And they brought together not just theoretical physicists, but new aspects of computation, theoretical work, chemists, metallurgists, and all sorts of resources including people who knew how to scale-up industry from thimble-sized processes to something in the world's biggest factories. (...) It required some of the biggest corporations in the United States. It required the U.S. Army. It required people like General Groves who had built the Pentagon, then the world's biggest building, to scale-up from what had been very small scale work in the nuclear physicists laboratories to something that would change the world (GALISON, 2015)¹⁵⁹.

Podemos dizer que esta complexa rede de pesquisadores advindos de diversos países e especialidades alterou a maneira como a ciência seria praticada dali em diante, dando origem ao modo de produção do conhecimento em larga escala denominado de *Big Science*. Para Galison, o projeto da bomba atômica deixou um grande e brilhante legado para a ciência do século XX. Ele reinventou a relação entre ciência e tecnologia em larga escala e desencadeou avanços em diversas áreas, especialmente na computação e no desenvolvimento de tecnologias de simulação, o que beneficiou enormemente a astronomia, a física de partículas e tantas outras áreas da ciência. Esse modo de se fazer ciência, aproximando ciência e indústria, governos e corporações, alterou profundamente a academia, as relações entre ciência e sociedade, e, de certo modo, o próprio mundo:

Then there's the side of legacy of the atomic bomb project that has to do with the whole relationship of science, technology, the military, the coordination of large-scale efforts and scientific work. And that's a deep legacy of a different sort and one that in some ways can be thought of as very hopeful. But out of the atomic bomb and then the hydrogen bomb that followed quickly on its heels were fundamental developments in computers that became very crucial. (...)The whole funding model, the way the government funded contract work in the United States through the universities or through government-owned, company-operated plants, these are all structural industrial economic relations that were founded and transformed the universities, and transformed the relationship of science and technology in the modern world. It came out of the atomic bomb project in various ways (GALISON, 2015)¹⁶⁰

Conforme José Antonio Acevedo Diaz, a *Big Science* surgiu nos anos 1930 com a criação dos primeiros aceleradores de partículas (ciclotrons) no *Radition Laboratory* da Universidade de Berkeley sob a direção de Ernest O. Lawrence¹⁶¹. Nos anos 1940, a *Rockefeller Foundation*, interessada nas possíveis aplicações biomédicas da física de

¹⁵⁹ Idem.

¹⁶⁰ Idem.

¹⁶¹ DIÁZ, JOSÉ Antonio Acevedo. *De La ciencia a La tecnociencia (II). La ciencia industrial e la Big Science*. Disponível em: <<http://cooperacionib.org/index.php>>

partículas, passou a investir no projeto. A consolidação da *Big Science* teria ocorrido nos anos 1940 e 1950, como Galison defendeu, por ocasião da Segunda Guerra. Além do *Projeto Manhattan*, o projeto RADAR (*Radio Detection and Ranging*), envolvendo Grã-Bretanha e Estados Unidos e contando com a participação do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e os laboratórios Bell, da *Bell Telephone*, teve fundamental importância neste processo. A *Big Science* demandaria o envolvimento em grande escala de cientistas, engenheiros, técnicos e executivos, políticos e administradores, empenhados em projetos com relevância econômica, política e social, de desenvolvimento de indústrias estratégicas, como as indústrias militar, de energia, de telecomunicações e biomédica.

A tecnociência, termo cunhado por Gilbert Hottois na década de 1980 foi utilizado por Bruno Latour para designar a totalidade do sistema de produção científica que envolve *apoiadores, aliados, empregadores, auxiliares, crentes, patronos e consumidores, porque estes, por sua vez, poderiam parecer estar comandando os cientistas*¹⁶². O termo significaria também um campo de pesquisa voltado para o entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Em *Ciência em Ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*, Latour pensa a tecnociência como uma complexa rede que envolve muitos tipos de atores diferentes, sendo impossível reduzir a tecnociência aos pesquisadores que trabalham em laboratórios. Para Latour, a tecnociência seria um amplo sistema de pesquisa, organização, administração e negócios, que envolve uma multiplicidade de profissionais e instituições:

(...) é necessário um número muito maior de pessoas trabalhando fora do laboratório, para que haja a parte de dentro do laboratório, e aqueles que ajudam na definição, na negociação, na gestão, na regulamentação, na inspeção, no ensino, na venda, em reparos, na crença e na propagação dos fatos são parte integrante da “pesquisa” (LATOUR. 2000, p. 270)¹⁶³.

Segundo Diáz, a tecnociência surgiu nos últimos 25 anos do século XX como um desdobramento da *Big Science*¹⁶⁴. Todavia, embora muito próximas, existem diferenças entre ambas. Conquanto as duas contem com extensas redes de colaboradores, profissionais, instituições, promovendo projetos de pesquisa em larga escala, a *Big Science*, almejando objetivos utilitaristas estratégicos, investiu em pesquisa básica, ao passo que a tecnociência é

¹⁶² LATOUR, Bruno. *A Ciência em Ação: Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade afora*. São Paulo: UNESP, 2000. p. 287.

¹⁶³ Op Cit.

¹⁶⁴ DIÁZ, JOSÉ Antonio Acevedo. *De La ciencia a La tecnociencia (III). Y, al final, tecnociencia*. Disponível em: <http://cooperacionib.org/index.php>

muito mais imediatista e prática, estando completamente voltada para a pesquisa aplicada que pode ser rentável a curto e médio prazo. Outra diferença é o fato de que a *Big Science* esteve historicamente ligada a projetos estatais, sobretudo na área militar, enquanto na tecnociência o financiamento é predominantemente privado. A tecnociência está ligada à indústria e ao mercado financeiro, investindo em P&D, e requer um sistema de valores distintos daquele que caracteriza, nas palavras de Latour, a ciência pura, acadêmica, sem fins lucrativos. As localidades e as des-unidades se perdem em uma rede, se pensarmos no conceito de Latour. Se cada nó da rede é uma localidade, ele é uma localidade semelhante ao todo. Na rede, as des-unidades são aparentes: tudo está interconectado. Assim como as grandes corporações, por meio das “grandes empresas de pesquisa”, a tecnociência quer um mundo o mais planejado possível. Um mundo unificado pelos interesses macroeconômicos e geopolíticos hegemônicos, um mundo não-local, onde cada laboratório é quaisquer laboratórios.

Apesar de todo o entusiasmo de Galison em torno da *Big Science* como uma força que, desde o *Projeto Manhattan*, modificou o mundo, positiva e profundamente, não é possível ignorar que, ao menos, há um debate em curso acerca de seus benefícios para a cultura, de um modo geral, e mais especificamente, das consequências de tal modelo de produção do conhecimento para a axiologia da pesquisa científica. Por exemplo, a tradicional revista *Scientific American* publicou relatório acerca do “estado da ciência no mundo” edição 2015, com foco nos “grandes problemas da *Big Science*”. Em um dos artigos do *dossiê*, Stefan Theil, da Universidade de Harvard, pergunta: “há algo fundamentalmente errado com a *Big Science*?”¹⁶⁵ Como projetos podem consumir bilhões de dólares, mobilizar milhares de outros recursos, humanos e materiais, e ainda assim, fracassar? Theil conjectura que isso pode ocorrer em um modelo burocrático de financiamento que tenta gerenciar o “progresso” da pesquisa científica básica, como se essa fosse uma “empresa comum”.

Embora nomes como Jean-Jacques Salomon, em *Science et politique*¹⁶⁶, busquem refutar a distinção entre pesquisa básica e pesquisa aplicada e enfatizar que a ciência sempre buscou atingir resultados práticos, utilitários, negando, assim como Shapin¹⁶⁷, a pureza da ciência como busca intelectual desinteressada por compreensão da natureza, para Stefan Theil, tal distinção parece ser conceitualmente necessária para o entendimento da *Big Science* e das consequências deste modo de produção para a prática científica em um sentido amplo, uma vez

¹⁶⁵ THEIL, Stefan. *Neuros em Guerra*. Scientific American Brasil. Novembro de 2015. pp. 34-39.

¹⁶⁶ SALOMON, J-J. *Science et politique*. Paris: Editions du Seuil, 1970.

¹⁶⁷ SHAPIN, S. *Never Pure*. Maryland: Johns Hopkins University Press, 2010.

que a *Big Science* favorece os projetos com maior capacidade de gerar inovações tecnológicas rentáveis. Enfim, o artigo de Theil lembra que a *Big Science* não está livre de críticas:

Desde que a Big Science surgiu originalmente na esteira da 2ª Guerra Mundial e do Projeto Manhattan, pesquisadores e especialistas em políticas têm debatido seu valor. Ao escrever no periódico *Science* em 1961, o falecido Alvin Weinberg, diretor do Laboratório Nacional de Oak Ridge, no Tennessee, ponderou se projetos muito caros, como aceleradores de partículas e iniciativas de voos espaciais tripulados, estavam “arruinando a ciência” ou “nos arruinando financeiramente”. Weinberg argumentou que a grande ciência era responsável pela “injeção de um sabor jornalístico” em pesquisas, “que está fundamentalmente em conflito com o método científico” – uma situação em que o “espetacular, em vez do perceptivo, se torna o padrão científico”. Além disso, ele temia que, com enormes somas de dinheiro à disposição de pesquisadores, “veremos evidências de cientistas gastando dinheiro em vez de raciocínio”. (THEIL. 2015, p. 36-37)¹⁶⁸.

Como demonstra Theil, cientistas como Alvin Weinberg, na década de 1960, se mostram preocupados com os possíveis efeitos nocivos, axiológicos e sociais da *Big Science*. No plano social, a grande questão é como justificar para a sociedade o gasto de somas bilionárias em megaprojetos tecnocientíficos? No plano axiológico, a grande preocupação de Weinberg parece ser a de que valores científicos sejam corroídos pelo *sabor jornalístico*, *espetacular*, pelo glamour e pelas altas somas de dinheiro presentes na “grande ciência” convertendo os cientistas, que deveriam “gastar” raciocínio, em homens de negócios, que gastam dinheiro. A preocupação de Alvin Weinberg, portanto, é com as consequências da empresarialização da ciência para ela própria, bem como para a sociedade. Este é um problema fulcral que toca em uma questão basilar e sensível: o da legitimação da ciência, como bem pontua Schwartzman, em *Um espaço para a ciência - a formação da comunidade científica no Brasil: Indagar de que modo a ciência é financiada corresponde de certa maneira a perguntar como a ciência é institucionalizada e aceita como atividade legítima numa dada sociedade* (SCHWARTZMAN. 2015, p. 292)¹⁶⁹.

2.3 *Big Science* e a utopia tecnocientífica: Crepúsculo ou Aurora?

Não nos parece nada trivial que um cientista como Alvin Weinberg, então diretor do Laboratório Nacional de Oak Ridge, tenha se questionado em 1961 em um periódico como a

¹⁶⁸ Op. Cit.

¹⁶⁹ SCHWARTZMAN, Simon. *Um espaço para a ciência – a formação da comunidade científica no Brasil*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2015.

Science, se os megaprojetos em curso não estariam “arruinando a ciência” e/ou “nos arruinando financeiramente”.

O surgimento de Big Science e de suas ferramentas como uma expressão exterior suprema das aspirações da nossa cultura criou muitos problemas difíceis, filosóficos e práticos. Alguns dos problemas referem à ciência em si e sua relação com a sociedade. Eu me dirigirei a três questões específicas, que surgem com o crescimento da Big Science: primeira, “A Big Science está arruinando a ciência?”; segunda, “A Big Science está nos arruinando financeiramente?”; E terceira, “Não deveríamos desviar uma grande parte de nossos esforços para questões científicas que sejam mais diretamente ligadas ao bem estar humano do que fazer uma Big Science espectacular, com viagens espaciais tripuladas e gastos em física de alta energia?” (WEINBERG. 1961, p. 161)¹⁷⁰.

Weinberg inicia o artigo lembrando que, ao longo da história, sociedades que se consideravam como grandes civilizações externaram seu poder ou magnitude por meio de construções suntuosas e custosas. Então conclui: “Em muitos casos as distorções econômicas causadas pelas construções desses grandes monumentos contribuíram para o declínio de tais civilizações”¹⁷¹. Estaremos repetindo esse processo? A *Big Science*, caso permanesse avançando nos moldes “atuais”, pensa o físico, poderia sim contribuir para a ruína da própria sociedade, incapaz de financiar megaprojetos sem comprometer o investimento em áreas que alavancariam o bem estar social. Para Weinberg, essa megaciência atribuíra um inédito sabor “espetacular” e sensacionalista à pesquisa científica, valores contrários às boas práticas científicas historicamente consolidadas. Weinberg temia também os impactos que tal modo de organização da pesquisa poderia gerar sobre os valores e práticas dos cientistas, fazendo com que os cientistas se tornassem “gastadores” contumazes.

Weinberg considera que a *Big Science* converte cientistas em administradores, “monetaristas” e “jornalistas”, o que constitui, a seu ver, uma tripla doença da ciência em larga escala. O cientista acadêmico se torna um administrador quando passa a ocupar mais seu tempo com assuntos burocráticos do que com a pesquisa e o ensino. Torna-se um monetarista quando boa parte de sua força de trabalho e de seu tempo é desviada da pesquisa para a elaboração de estratégias e práticas que visam assegurar fomentos, captar recursos, obter verbas. E por fim, se torna um “jornalista” quando passa a ser um produtor em massa de escritos “científicos” (o que alimenta seu poder como monetarista e alavanca sua carreira como administrador). Todavia, Weinberg pensa que não devemos lutar contra a *Big Science*; dada a sua dimensão, os interesses envolvidos, e certamente sua utilidade, o seu lugar está

¹⁷⁰ WEINBERG, Alvim. *Impact of Large-Scale Science on the United States*. Science, New Series, Vol. 134, No. 3473 (Jul. 21, 1961), pp. 161-164

¹⁷¹ Idem.

garantido. A luta deve ser em prol de assegurar que a *Little Science* seja preservada em espaços destinados à formação científica não utilitária e à pesquisa fundamental:

“A *Big Science* está arruinando a ciência:” é uma questão irrelevante, uma vez em que ela veio para ficar. Eu acredito que a *Big Science* pode arruinar nossas universidades, desviando-as de seu propósito primário e convertendo seus professores em administradores, monetaristas e jornalistas (WEINBERG. 1961, p. 161)¹⁷².

É preciso, portanto, dizer, repetidas vezes, que a *Big Science* continuará seu curso, mas alguns freios devem impedi-la de provocar a ruína econômica da sociedade, e espaços de ensino e pesquisa básica em pequena escala devem ser verdadeiramente preservados e fomentados. Mas há outra preocupação, urgente, que não pode ser ignorada: os perigos bélicos, ecológicos, tecnológicos, oriundos da ciência em larga escala. Em *Reflections on Big Science*, Weinberg lembra que, se por um lado, a ciência nos provê soluções, também, se mal direcionada, nos oferece grandes perigos. Os exemplos escolhidos são dois. Primeiro, a bomba atômica, capaz de exterminar incontáveis vidas de uma só vez. Segundo, os resíduos tóxicos de uma civilização tecnocapitalista:

Uma segunda ameaça é a exemplificada nos dramáticos escritos da falecida Rachel Carson: cada vez mais graves insultos físicos à biosfera impostos por nossa civilização industrial. A senhora Carson falou dos inseticidas, que seriam necessários para nos ajudar a cultivar comida suficiente, ainda que de modo venenoso para nosso sistema biológico. Mas o problema levantado por Rachel Carson é apenas um exemplo da contaminação do nosso ambiente que parece acompanhar cada uma de nossas tentativas de reduzir o desequilíbrio entre a quantidade finita de recursos e o aumento da população. (WEINBERG. 1967, p. 30)¹⁷³.

Além da bomba atômica, a expansão da *Big Science* em uma civilização utilitarista tecnocapitalista se relacionaria com a ‘bomba tóxica’ que as mais variadas indústrias liberam ininterruptamente no meio ambiente, envenenando a biosfera e ameaçando a vida. Estaríamos vivendo a fase do ‘capitalismo tóxico’?

Não somente potencialmente perigosa, a *Big Science* é enormemente cara. Stefan Theil diz que o debate sobre os montantes da *Big Science* têm envolvido, desde seu surgimento, pesquisadores e especialistas em políticas públicas. Os investimentos na área são exorbitantes (US\$ 453,544 bilhões só nos EUA no ano de 2012)¹⁷⁴ e há problemas de má gestão em alguns projetos. Theil levanta a questão de se há algo de *errado com a Big Science*

¹⁷² Idem.

¹⁷³ WEINBERG, Alvim. *Reflections on Big Science*. Cambridge: The MIT Press, 1967.

¹⁷⁴ Conforme dados apresentados pela edição supracitada de Scientific American. pp.40-41.

(THEIL. 2015, p. 36). Ela seria bastante custosa, e o retorno na forma de bem público talvez não corresponda aos investimentos. Não há resposta fácil para tal problema, e todo maniqueísmo deve ser evitado. Muitos projetos de *Big Science* podem ser verdadeiramente úteis, e necessários para o bem-estar de toda a sociedade, e sendo assim, são desejáveis. Mas de um modo geral, quais são seus efeitos em sentido amplo sobre a axiologia da pesquisa científica, o *ethos* dos praticantes de ciências, qual sua contribuição imaterial, intelectual, para a civilização, qual é o seu valor cultural? Apesar da importância de alguns projetos específicos, quais são os interesses primordiais desse modelo de organização científica, e quem são, realmente, seus principais beneficiários?

Hoje sabemos que um país cheio de miséria, más condições de saúde e violência, como o Brasil, investiu em 2011 um montante de US\$ 27, 43 bilhões (1 bilhão a mais do que a Itália em 2012, dez bilhões a menos do que a Índia em 2011, por exemplo) em P&D, ao passo que o programa do F-35, um jato de combate, demandou, até 2014, US\$ 391,1 bilhões. O Grande Colisor de Hádrons no CERN consumiu, desde 2008, US\$ 5,37 bilhões, mas o Projeto Manhattan custou US\$ 23-27 bilhões, em valores corrigidos¹⁷⁵.

Em nossa visão, a *Big Science* pode gerar boas coisas para a sociedade, ser útil, ser importante, pode até mesmo ser indispensável para determinados avanços sem os quais não seria possível garantir a base material necessária para a vida em um mundo com 8 bilhões de habitantes, mas é bastante discutível que seja movida por valores pautados pelos interesses sociais e culturais dos povos do mundo, e não por interesses corporativos estratégicos. Assim como é discutível se boa ciência é ciência cara. Qual terá sido o custo da equação relativística de equivalência de massa-energia de Einstein, ou do princípio de incerteza de Heisenberg, ou da equação de Schrödinger? É discutível se as soluções para os problemas sociais advirão de megaprojetos globais e não de iniciativas regionais que valorizam os saberes locais, e mesmo se “vai bem”, em sentido moral, um mundo que gasta mais de US\$ 1 trilhão a.a. em P&D enquanto uma miséria de fome, pobreza e violência corrói uma crescente massa de excluídos, e 1% da humanidade concentra a maior parte da riqueza global¹⁷⁶. Ao nosso interlocutor hipotético que nos diz que, enquanto tecemos tais considerações, a ciência e o mundo nunca prosperaram tanto, replicamos apenas que levar tal assunção a sério não é somente histórico e sociologicamente inconsistente, mas moralmente condenável. Essa é uma questão epistêmica,

¹⁷⁵ Idem

¹⁷⁶ Segundo o relatório do Banco Credit Suisse (2016) “Global Wealth Databook 2016”. Disponível em: <<http://publications.credit suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=AD6F2B43-B17B-345E-E20A1A254A3E24A5>>.

social, política e econômica, mas é, também, um problema ético grave que não pode ser negado e para o qual nosso século terá que dar uma resposta.

Born ressaltou que o nascimento da *Big Science* foi presidido pelo poder e pela guerra, inaugurando o momento mais convulso da história e fazendo surgir uma época que pode degradar em barbárie e culminar na autodestruição da humanidade. Weinberg perguntou se a *Big Science* nos arruinaria (a ciência e a sociedade). Em *O crepúsculo da era da ciência*¹⁷⁷, Martín López Corredoira vai muito além, e sustenta que ‘já’ nos arruinou. O astrofísico espanhol pensa que a ciência está em declínio, o que pode ser percebido pelo fato de que ela é menos guiada por grandes ideais do que pelos interesses da indústria. A crise, todavia, não é técnica, mas espiritual. Uma crise de sentido, ou de “falta de sentido”. É uma crise que envolve toda a civilização e que ocorre porque o conhecimento científico se vê incapaz de contribuir com qualquer orientação para a vida das pessoas.

Tal crise não é algo exatamente quantificável, mas uma “sensação” ou uma percepção que temos, diz Corredoira. Se nos guiarmos pelos números, teremos a impressão oposta, não somente que tudo vai bem, mas que vivemos o auge da era da ciência, seu momento de maior sucesso, afinal, nunca a ciência recebeu tantos recursos, tantos trabalhos foram produzidos e inovações tecnológicas criadas. Mas isto seria equivalente a afirmar que vivemos o auge da história da poesia, porque jamais tantos livros de poesia foram publicados, ou que vivemos o momento de maior glória na história da pintura, porque hoje pintamos e vendemos mais quadros em um único ano do que em todo Renascimento. Porque hoje há mais bandas, concertos, orquestras, do que havia humanos durante a vida de Bach, viveríamos a época mais sublime da música? A filosofia nunca recebeu tantos investimentos quanto hoje; nunca tantos livros de filosofia foram escritos, os clássicos jamais foram tão vendidos, talvez tenhamos mais pessoas hoje formadas em filosofia do que seres humanos vivos em todo o mundo antigo. Por esses critérios afirmaremos que vive a filosofia seu momento mais luminoso?

Para Corredoira, o grande e espetacular sucesso da ciência em nossos dias é apenas aparente, e encobre, na verdade, uma crise que abarca não somente a ciência, mas a própria civilização. Não se pode medir a prosperidade da civilização pela riqueza de seus cofres. Caso contrário, pensaremos viver anos dourados:

Hoje, a ciência e alguns de seus interesses ocupam um *status* importante em nossa sociedade, e quantidades gigantescas de dinheiro os apoiam. Uma visão superficial pode levar-nos a pensar que vivemos na era dourada da ciência, mas o fato é que os

¹⁷⁷ CORREDOIRA, Marín López. *The Twilight of the Scientific Age*. arXiv:1305.4144 [physics.hist-ph]. 2013. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1305.4144.pdf>>.

resultados atuais da ciência são, na maioria, aplicações médias, sem importância ou apenas técnicas, de ideias concebidas no passado. (CORREDOIRA. 2013, p. 3)¹⁷⁸.

Vivemos em uma época que é a antítese de uma “era de ouro” cultural e científica, um tempo de convulsões variadas como “superpoluição, esgotamento das fontes de energia, crises econômicas, aquecimento global e desastres ecológicos de vários tipos, doenças, pragas e guerras”¹⁷⁹. Para Corredoira em meio a tudo isso nós optamos por abandonar as ciências puras e a pesquisa básica e por apostar em um modelo multimilionário de pesquisa utilitarista que não nos oferece a força de orientação capaz de nos fazer superar os desafios do presente, as demandas de uma “terra em transe” com crises políticas, sociais e ambientais. Corredoira oferece uma resposta para uma questão que temos que levantar se pressupomos que a *Big Science* é o único modelo viável de pesquisa científica: “O que há com a *natureza* da natureza que a pesquisa científica deve ser tão custosa?”. É uma questão que já levantamos aqui, reiteradas vezes. Ele declara que nós podemos entender por que a ciência no passado era tão ‘barata’, ou por que hoje ela é tão cara, e por três motivos. Primeiro, em razão do fato de que, no passado, a proporção de cientistas na população em geral era muito menor. A “população científica” cresceu e é compreensível que os custos da ciência acompanhem esse crescimento. Segundo, porque os instrumentos utilizados na ciência experimental no passado eram muito mais rudimentares e fáceis de construir, de modo que conseqüentemente eram mais baratos. Essa razão é igualmente compreensível, e até mesmo óbvia. E terceiro, porque houve uma profissionalização dos cientistas, enquanto que no passado os filósofos naturais praticavam, *grosso modo*, a ciência como vocação, sem profissionalização e institucionalização da pesquisa¹⁸⁰. Ou seja, a mudança de uma “ciência barata” para uma “ciência cara” expressa a mudança no *ethos* científico de uma “ciência como vocação” para uma “ciência como negócio”.

Apesar de concordarmos, em linhas gerais, com as respostas de Corredoira, não pensamos que sejam suficientes. O terceiro ponto poderia ser melhor explorado. Esse, nos parece, é um momento de “baixa tensão” no texto de Corredoira, em que a força das respostas oferecidas não faz jus ao tamanho da pergunta colocada. Reconhecemos que as três razões apresentadas para o encarecimento progressivo da ciência ajudam a explicar por que ela foi tão barata e hoje não pode sê-lo tanto quanto, mas não explicam porque deve ser tão estupidamente cara como é. O aumento da população científica, o refinamento de seus

¹⁷⁸ Idem.

¹⁷⁹ Idem.

¹⁸⁰ Ibidem, p.7.

instrumentos e a profissionalização dos cientistas é boas conquistas. Contudo, o Projeto Manhattan não nos custou US\$ 23-27 bilhões ou o F-35 US\$ 391,1 bilhões porque havia muitos cientistas profissionais altamente especializados operando instrumentos sofisticados nos respectivos programas (por mais que isso não seja barato), mas porque os interesses políticos, econômicos, industriais e militares que estavam em jogo e envolviam disputas empresariais e estratégias corporativas demandavam altas somas que deveriam ser recuperadas com a superação dos investimentos pelo ‘lucro’ futuro, fosse financeiro ou político.

Argumentamos que o que escapou à análise de Corredoira, ao menos naquele momento do texto, é que a *Big Science* é tão cara porque os interesses que a manejam são corporativos, porque investimentos em P&D fazem parte das estratégias de mercado das grandes corporações. É o caráter comercial, mercadológico, que torna a pesquisa tecnocientífica tão cara. Enfim, a comoditização da ciência está na base do fenômeno. Aos motivos expostos por Corredoira acrescentamos este quarto: A *Big Science* é tão cara, porque as corporações e Estados encaram a ciência como um investimento – as altas somas investidas devem, em algum momento, dar retorno financeiro, e o lucro final deve ultrapassar em muitas vezes o investimento inicial. A ciência é cara, porque, enfim, é encarada como um negócio rentável.

Apesar de não contemplar claramente tal ponto, nem por isso o texto de Corredoira perde a vitalidade. Ele elenca diversos problemas e tensões da pesquisa científica atual como a falta de educação científica que favorece uma nova ideologia científicista entre algumas pessoas, a transformação do cientista em *commercial manager*, tensões decorrentes do poder de controle da comunicação e da informação detido por alguns grupos e o caráter comunal e público que se espera da ciência, tensões oriundas da relação entre pesquisa, mercado e publicidade, bem como uma gigantesca e infértil onda de superprodução de *papers* em um modelo empresarial de meta-recompensa que faz com que milhares de cientistas produzam milhares de *papers* diariamente¹⁸¹. Mendonça trata do *produtivismo acadêmico*, a ditadura do *paper*, como um dos sintomas mais aberrantes de uma pesquisa conformada ao modelo corporativo, gerencial, voltada para a produção em massa, industrial, de resultados quantificáveis:

Uma vez que um dos fenômenos de caráter mais mercantil do nosso tempo é o da exacerbada medicalização social capitaneada pelos laboratórios farmacêuticos – problemas até então vistos como sendo da vida normal de repente passam a ser

¹⁸¹ Idem.

tomados como doenças ou distúrbios médicos e, conseqüentemente, considerados passíveis de serem tratados por meio de medicamentos, o momento em que vivemos nas universidades e institutos de pesquisa poderia ser diagnosticado como aquele em que nós padecemos todos da Síndrome da Ostensiva Mercantilização Acadêmica (SOMA) (MENDONÇA. 2014, p.113-114)¹⁸².

O produtivismo acadêmico, que converte o *paper* em mercadoria e a universidade em indústria de massa, seria uma expressão da SOMA. Essa não deixa de ser uma das mais finas ironias do utilitarismo. O modelo utilitarista voltado para a produção, ao assumir uma lógica de mercado, acaba se tornando aquilo que chamaremos de ‘engrenagem cega’, que muito produz, embora não saiba bem a qualidade da produção. Como resultado, temos o que consideramos como ‘produtivismo improdutivo’, um modelo que produz muitos *papers*, mas, talvez, não muitas ideias. Para extrair alguma *commodity* de tanta massa opaca, a *Big Science* investe bilhões de dólares e aumenta ainda mais a produtividade, perpetuando um círculo vicioso. Como os custos de tal processo são demasiado elevados, a *commodity* encontrada deverá ser bem trabalhada no mercado para garantir a lucratividade de toda a operação e a expansão do sistema. Para o astrofísico espanhol, esse é um dos problemas da ciência atual.

No tópico “O declínio da ciência”, Corredoira volta a frisar que experimentamos um crepúsculo não somente da ciência, mas da cultura, e que alguns sintomas desse processo são¹⁸³:

1. Tecnociência: A organização global da ciência na atualidade não está voltada para avanços básicos, fundamentais, em ciência pura, mas exclusivamente para aplicações técnicas. Tal conformação certamente provê o mercado imediato com muita tecnologia e inovação, mas deixa de criar as bases teóricas necessárias para o desenvolvimento científico de longo prazo. Isso não significa que muitos cientistas não estejam trabalhando em pesquisa fundamental, mas que em termos globais, uma assimetria entre pesquisa fundamental por um lado e pesquisa aplicada por outro está se tornando cada vez mais acentuada.

2. Controle da informação: No atual modelo, grupos poderosos controlam o fluxo de informação e por meio do cultivo do segredo estratégico detêm o domínio tecnocientífico. A assimetria tecnocientífica gera outra assimetria: geopolítica e econômica. As corporações e Estados, agindo em interesse econômicos próprios, reconfiguram o *ethos* da ciência, fazendo do

¹⁸²MENDONÇA, André de Oliveira. *Dos Valores de Medida aos Valores como Medida: Uma avaliação axiológica da avaliação acadêmica*. Ensaios Filosóficos, Volume X - Dezembro/2014. pp. 111-133.

¹⁸³ Op. cit. p. 9

segredo um valor estratégico central. O segredo tecnocientífico gera dependência econômica e fraqueza política de uns, ao passo que concentra poder e capital para outros.

3. *Big Science* e especialistas: A criatividade científica individual tem sido desestimulada e tende a desaparecer em detrimento da consolidação de um sistema de megacorporações de *commercial managers* especializados em obter dinheiro junto aos Estados para investimento em megaprojetos com custos elevados e baixo retorno. No campo da física, a figura do físico filósofo encontra-se sepultada, e a do físico intelectual também. O novo físico, homem prático, técnico, administrador, assume novos valores que em nada se assemelham àqueles compartilhados pelos cientistas de outrora.

Novamente Corredoira concede que aqueles que discordam de seu diagnóstico podem ver nesses sintomas os sinais de uma civilização elevada e bem-sucedida, e não em crise e declínio, mas argumenta a seu favor:

Podemos usar um adjetivo para descrever o status da ciência atual e de seu futuro próximo: *decadent*. Mas isso é uma questão exclusivamente de percepção. Possivelmente outras pessoas pensarão o oposto, que vivemos em uma idade de ouro da ciência. Há muitas razões para pensar assim. (...) A quantidade de publicações, a quantidade de grandes instrumentos e a tecnologia criada, o número de empregos criados na pesquisa, os domínios da ciência atual em comparação ao passado, etc. podem ser argumentos levantados para mostrar que a ciência vive atualmente uma época maravilhosa. Entretanto, vou replicar que o espírito da ciência está perdido. E como medirei a quantidade de espírito? Não, essa não é uma quantidade mensurável; esqueçamos-nos de criar um novo método de *scientometric* para determinar o *quantum* de espírito. Esta é uma questão de sensibilidade: apenas olhe ao redor, apenas converse com alguns cientistas proeminentes e observe suas vidas e seu trabalho. A tecnocracia tomou o lugar da criatividade científica (CORREDOIRA. 2013, p. 9)¹⁸⁴.

Não há como mensurar a degradação espiritual da ciência. Os números nos dirão que construímos a Casa de Salomão, nos convencerão que habitamos o novo Éden, que aprimoramos ao máximo o *jogo das contas de vidro* para que esse pudesse ser não somente verdadeiro e bom e belo, mas, principalmente, o útil, e que agora tudo está em paz¹⁸⁵. Mas não devemos deixar nos enganar pelos números, diz o autor. É o espírito que degrada, e não se pode medi-lo com fita métrica. Porém, é possível sentir, perceber como a tecnocracia se tornou nosso modo de vida. Alguns dirão que o argumento de Corredoira é frágil. Como se

¹⁸⁴ Idem.

¹⁸⁵ Em *O jogo das contas de vidro*, Herman Hesse descreve uma civilização utópica e sábia. A “Casa de Salomão” é o centro da utopia científica de Francis Bacon em *Nova Atlântida*.

pode afirmar tal coisa pelo sentimento? Mas outros objetarão “como se pode afirmar tal coisa *senão* pelo sentimento?”. Todavia, argumentamos que uma coisa pode ter escapado a Corredoira. Se, de um lado, o espírito precede a matéria, de outro, espírito e matéria estão de tal modo entrelaçados que o que acontece a um deve necessariamente se refletir no outro. Olhemos para o mundo e vejamos todas aquelas inumeráveis crises, perigos e tensões que marcam nosso tempo, sintomas concretos e mensuráveis de uma terra em convulsão, a falta moral grave de um mundo cuja riqueza vem a ser sua maior miséria, e então poderemos medir o quão enfermo está o espírito.

Corredoira conclui que, uma vez que ciência e cultura são inseparáveis, o declínio da ciência representaria também o declínio do ocidente, a queda de uma civilização, uma crise sem retorno rumo a uma “era das trevas”. São palavras fortes, talvez eloquentes demais, mas nem mais nem menos fortes do que aquelas de Born em seu temor da morte e da destruição. Desconfiemos de seu estilo, se for o caso, mas não do conteúdo da reflexão. Presa ao modelo atual, diz Corredoira, a ciência não provê sentido para a humanidade e está cada vez mais técnica e custosa. Como se dialogasse com Born, Corredoira parece enxergar que a ciência deixou de ser um fator de evolução espiritual, como dizia o físico alemão, e se restringiu a ser um fator de progresso material – e ainda assim, de um mundo cuja base material é desigualmente repartida e que a concentração de poder e capital impedem que a maioria da humanidade viva com a dignidade que lhe é própria. O cientista obedece a uma lógica de mercado preso ao produtivismo, ao *paperialismo*, em busca do lucro, como um *commercial manager* de uma nova prática:

Já não é a ciência de Galileu, Darwin ou Einstein, cuja produção das ideias se subordinava a uma necessidade espiritual independente de serem pagos ou não por isso, certamente pelo prestígio, mas, sobretudo, eles agiam pelo prêmio de revelar novas verdades (CORREDOIRA. 2013, p. 12)¹⁸⁶.

2.4 Hiperespecialização e o industrialismo como *ethos*

Para Corredoira, a ciência, ao menos enquanto *Big Science*, experimenta as horas finais de uma tarde febril. Mas, posto que ciência e sociedade não sejam coisas estanques, mas inseparáveis, posto que, assim como defendera Niels Bohr, a ciência é parte da cultura,

¹⁸⁶ Op. Cit.

argumentamos que não é a ciência, mas a própria civilização, a cultura, que flerta com o ocaso. Certamente tal sentença é demasiado forte, irresponsável, dirão alguns. Mas nem de longe nos parece nem ambiciosa, nem sensacional, tampouco isolada. Temos visto inúmeros pensadores que, ao seu modo, com maior ou menor ênfase neste ou naquele aspecto, demonstram seu mal-estar com a civilização. E se não escolhemos apenas autores dos últimos vinte ou trinta anos, se começamos por autores do século XIX, por exemplo, foi para demonstrar que o desconforto não é novo, e que os sintomas do utilitarismo já se faziam sentir, e incomodavam, há mais de um século. Parece que enfrentamos uma degradação da cultura¹⁸⁷. Intelectuais do presente verbalizam tal mal-estar com palavras igualmente fortes. Vivemos em uma *Civilização do espetáculo*, nos diz Vargas Llosa, o brilho que nos cega é da pirotecnia do capital. A resposta de Vargas Llosa para o “argumento do melhor dos mundos” é clara e reforça as palavras de Corredoiira. Realmente vivemos em um mundo modificado pela alta tecnologia em que a *Big Science* canaliza bilhões de dólares e milhões de almas. Mas nem por isso vivemos em um mundo de alta cultura, em que a ciência é feita por sábios e não por hiperespecialistas:

No entanto, alguém objetará que nunca na história houve acúmulo tão grande de descobertas científicas, realizações tecnológicas, nunca foram publicados tantos livros, abertos tantos museus nem oferecidos preços tão vertiginosos pelas obras de artistas antigos e modernos. Como se pode falar de mundo sem cultura numa época em que naves espaciais construídas pelo homem chegaram às estrelas, e a porcentagem de analfabetos é a mais baixa de toda a história humana? Todo esse progresso é indubitável, mas não é obra de pessoas cultas, e sim de especialistas. E entre cultura e especialização há tanta distância quanto entre o homem de Cro-Magnon e os sibaritas neurastênicos de Marcel Proust. Por outro lado, embora haja atualmente um número muito maior de alfabetizados do que no passado, esse é um aspecto quantitativo, e a cultura não tem muito a ver com quantidade, e sim com qualidade (LLOSA. 2013, p. 63)¹⁸⁸.

A especialização pode fazer com que aproveitemos mais os momentos de tranquilidade, elevando nosso conforto e aprimorando nossa base material, mas não pode nos livrar do perigo da barbárie e do niilismo, não pode apontar os rumos para uma vida espiritual dotada de sentido, não pode ser uma força de orientação para a cultura do futuro, nem o alicerce civilizacional dos que virão. Se nós desejamos seus frutos? Ora, certamente diremos que sim, que apreciamos os avanços tecnológicos e o progresso técnico. Mas nos perguntaremos se, após nos trazer até aqui, poderemos insuflar algum espírito nesta máquina e

¹⁸⁷ Chamamos de “argumento do melhor dos mundos” aquele de acordo com o qual vivemos o melhor momento da história. A ciência vai bem, próspera como nunca, as pessoas estão felizes, pois tem acesso às benesses do desenvolvimento e do progresso e caminhamos para um mundo cada vez melhor, consolidado pelo desenvolvimento econômico e pela expansão das ofertas de saúde e educação em nível global.

¹⁸⁸ Op Cit.

dar-lhe vida; se mais do que o brilho do lusco-fusco de mil neons ela poderá emanar a luz de uma nova aurora; se poderemos criar uma civilização cujo progresso espiritual e material se desenvolvam lado a lado e a ciência nos dê sábios e não somente especialistas, se seremos capazes de repartir a riqueza que acumulamos, de modo que a civilização não seja apenas rica, mas verdadeiramente próspera; se além de homens alfabetizados e integrados ao mercado de consumo, nossos cidadãos poderão assim ser chamados por serem homens e mulheres de ciências, artes e letras cujo sonho de paz, saúde e prosperidade seja mais do que uma miragem de deserto; se não ganharemos a ciência para perder a vida; ou se, afinal, padeceremos de um destino de Fausto. Se este ideal é uma *Utopia*, que assim seja. O que não nos basta, contudo, é aceitar o “argumento do melhor dos mundos” e viver a distopia utilitarista do capital como se as falhas estruturais do imponente edifício não estivessem demasiado aparentes.

Se a especialização, contudo, é tudo o que temos; se além da transformação da base material da sociedade contemporânea não experimentarmos um novo renascimento da cultura; se paralelo à hiperespecialização dos saberes científicos, a vulgarização das artes e das letras avançar mundo afora; se enquanto a indústria nos brinda mês a mês com novos produtos sem fim, no plano moral e político só experimentarmos retrocessos, então fazer *ciência pela ciência* será cada vez mais um lampejo fugidio de um sonho ultrapassado. E mais do que isso, se a especialização é, definitivamente, o novo sentido do que significa ser um homem de ciências, então, conforme Vargas Llosa, quem saberá quantos perigos podem estar escondidos em incontáveis caixas de Pandora?

À extraordinária especialização a que chegaram as ciências é que, sem dúvida, se deve o fato de termos conseguido reunir no mundo atual um arsenal de armas de destruição em massa com o qual poderíamos extinguir várias vezes o planeta em que vivemos e contaminar de morte os espaços adjacentes. Trata-se de uma façanha científica e tecnológica e, ao mesmo tempo, uma manifestação flagrante de barbárie, ou seja, um efeito eminentemente anticultural, se cultura, como acreditava T. S. Eliot, for “tudo o que faz da vida algo digno de ser vivido” (LLOSA. 2013, p. 63-64)¹⁸⁹.

Para Llosa, a ciência não pode estar nas mãos de especialistas, pois estes, embora conheçam profundamente seu campo específico de saber, não reintegram a parte ao todo, não participam da vida intelectual da sociedade, e, sobretudo, não exercitam o pensamento e a atitude crítica de avaliar as consequências de suas práticas em sentido amplo. Não é necessário tanto esforço argumentativo para demonstrar o quão a *Big Science* é essa ciência de especialistas quando um de seus pais fundadores, Robert Oppenheimer, diretor do Projeto Manhatam, escreveu em seu diário que:

¹⁸⁹ Ibidem.

Quando vemos alguma coisa tecnicamente agradável, vamos em frente e fazemos, e só pensamos no que fazer com ela depois de ter sucesso do ponto de vista técnico. Assim foi com a bomba atômica (OPPENHEIMER. 2015)¹⁹⁰

Fazer primeiro e pensar depois. Essa estranha fórmula tecnocientífica pode condenar qualquer cultura à degradação e levar a civilização ao aniquilamento hediondo. Oppenheimer, pensando depois de ter feito, não pôde deixar de conferir à realização da megaciência de *Los Alamos*, em tom sombrio de consternação profunda, a gravidade que lhe cabia:

Sabíamos que o mundo não seria mais o mesmo. Algumas pessoas riram. Algumas pessoas choraram. A maioria das pessoas ficou em silêncio. Eu me lembrei de algumas linhas do texto sagrado hindu do Bhagavad-Gita. Vishnu tenta convencer o príncipe de que ele deveria cumprir o seu dever e para impressioná-lo, assume sua forma com muitos braços e diz “Agora eu me tornei a Morte, a destruidora de mundos”. Suponho que todos nós pensávamos assim, de uma forma ou de outra (OPPENHEIMER. 2015)¹⁹¹.

O utilitarismo fomenta essa ciência sem reflexão, que faz primeiro e reflete depois, sem medir as consequências de suas realizações. De acordo com Carlos Malferrari, em *Ciência e destruição*, desde o final do século XIX a física foi se aproximando da conquista de um potencial destrutivo terrível, como se o poder conquistado pelo saber fosse descolado de qualquer reflexão ética. Eis o resultado da tão propalada tese da neutralidade moral da pesquisa científica. Todavia, Malferrari, ao falar do primeiro grande fruto da *Big Science*, a bomba atômica, lembra a crise de consciência que muitos dos colaboradores talvez tenham experimentado depois da inesquecível carnificina da guerra:

Diz-se que alguns cientistas que trabalharam no Projeto Manhattan tiveram graves problemas de consciência, mas só *depois* que as bombas explodiram em Hiroshima e Nagasaki. Diz-se também que Oppenheimer, às vésperas da explosão da Trinity, o primeiro artefato atômico, chegou a considerar a possibilidade de que a reação em cadeia não ficasse confinada ao plutônio, se estendesse para os outros elementos e acabasse por destruir o cosmos numa grande bola de fogo. Diz-se ainda que às 5h30 da manhã daquele 15 de julho de 1945, quando surgiu das entranhas da matéria uma luz que não era deste mundo, Oppenheimer teria pensado com seus botões: “Agora tornei-me Shiva, o destruidor de mundos”, numa referência à divindade hindu que, além de destruir, também cria mundos (MALFERRARI. 2010, p. 81)¹⁹².

Com ou sem crise de consciência, o fato, segundo o historiador James A. Hijiya, em *The Gita of J. Robert Oppenheimer*, é que Oppenheimer insistiu em inúmeras entrevistas concedidas ao longo dos anos que se seguiram ao término da Grande Guerra que “havia feito

¹⁹⁰ Transcrição do vídeo com trecho de entrevista de Robert Oppenheimer postado em 2015 no youtube pela *Atomic Heritage Foundation* disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pqZqfTOxFhY>

¹⁹¹ Idem.

¹⁹² MALFERRARI, Carlos. *Ciência e destruição*. Estud. av., São Paulo, v. 24, n. 69, p. 79-84, 2010.

o seu trabalho”, “cumprido com o seu dever”, que não possuía responsabilidade política pelos acontecimentos, pois era apenas um físico, e um cientista deve se ater ao seu trabalho técnico e deixar as decisões políticas para as autoridades competentes. Em suma, para o ex-diretor do Projeto Manhatam;

The scientist, he warned, should not attempt to assume responsibility for “the fruits of his work”. (...) Oppenheimer was saying that scientists could not dictate what would result from their research, and therefore were not responsible for those results (HIJYA. 2000, P. 145)¹⁹³.

Ao ler as palavras de Oppenheimer, como não se lembrar do caso Eichmann, do conceito de “dente de engrenagem” elaborado por Hannah Arendt, e da terrível ideia de que a banalização do mal pode ocorrer em tempos e espaços diferentes, por motivações diversas?

Essa concepção de qual seja a natureza do trabalho científico, meramente técnico e especializado, como se a ciência fosse apartada da sociedade, essa alienação voluntária que Oppenheimer reclama para seu trabalho como cientista, como se o físico habitasse o espaço interno onde se produz o conhecimento e o político, o espaço externo onde se decide como este deve ser usado, sem dúvida, pode caracterizar o que Vargas Llosa chama de uma ciência de especialistas. Tal ciência, autoexilada do mundo da vida não seria como um trapezista na corda bamba se equilibrando entre a sociedade utilitarista e o risco da barbárie, enquanto caminha sobre o abismo do niilismo? À visão de Oppenheimer se contrapõe, por exemplo, as concepções de físicos como José Leite Lopes e Mário Schenberg, para os quais é impossível dissociar a prática da física de sua dimensão social e política, de modo que o físico, além de um especialista, de um técnico, deve ser um intelectual capaz de fazer política no sentido mais amplo e nobre do termo, ou seja, de participar da reflexão crítica e da construção social dos objetivos da ciência em sua articulação com o bem público. Para José Leite Lopes, o cientista não pode esquecer que a ciência é uma das forças que sustentam nosso ideal de cultura, e um dos meios de promover a paz, a prosperidade e a justiça. Se o cientista apenas faz o seu trabalho e delega aos outros a responsabilidade pelo uso dos resultados alcançados, ele não está somente deixando de fazer política, mas deixando de fazer ciência, uma vez que tais esferas são inseparáveis. A especialização pode dissociar ciência de política, e além, ciência de filosofia. Também Einstein deve ser lembrado como um físico que rechaçou o mito da neutralidade. Tal separação entre ciência e sociedade, e o exercício da ciência sem reflexão social e filosófica, esta ciência de especialistas, e não de pensadores, muito preocupava o grande físico:

¹⁹³ HIJYA, James A. *The Gita of J. Robert Oppenheimer*. PROCEEDINGS OF THE AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY VOL. 144, NO. 2, JUNE 2000. pp. 123-167.

Concordo plenamente consigo quanto à importância e ao valor educativo da metodologia e bem assim da história e da filosofia da ciência. Hoje, muitas pessoas — e mesmo cientistas profissionais — parecem-me alguém que viu milhares de árvores mas nunca uma floresta. Um conhecimento das bases históricas e filosóficas fornece aquele tipo de independência dos preconceitos da sua geração que afectam muitos cientistas. **Esta independência criada pelo conhecimento filosófico é** — na minha opinião — **a marca de distinção entre um mero artesão ou especialista e um verdadeiro pesquisador da verdade** [grifo nosso] (EINSTEIN. 1944, (EA 6-574))¹⁹⁴.

Para Einstein, o pesquisador da verdade não é identificado somente por conta dos conhecimentos especializados que possui, mas pelos valores da cultura científica da qual participa, como a atitude filosófica da independência de juízo, e a busca pelo conhecimento das bases históricas de sua atividade. Sem isso ele não seria um cientista, em sentido amplo, mas apenas um especialista, que embora veja a árvore é incapaz de contemplar a floresta.

Essa especialização alienada também chamou a atenção de Hannah Arendt. Em *O Artífice*, Richard Sennet, que fora seu aluno, nos lembra de que, em *A Condição humana* Arendt “sustentava que o engenheiro, ou qualquer produtor de coisas materiais, não é senhor em sua própria casa; a política, colocando-se acima do trabalho físico, é que deve tomar a frente”. Sennet diz que em suas conversas com Arendt ela queria que ele aprendesse que “as pessoas que fazem coisas geralmente não sabem o que estão fazendo” (SENNET. 2009, p. 11)¹⁹⁵. Como resultado deste não saber coletivo, a civilização corre perigos insondáveis e experimenta o mais ignóbil horror:

A geração de Arendt podia quantificar o medo da autodestruição em números tão vastos que a imaginação se perdia. Pelo menos 70 milhões de pessoas morreram em guerras, campos de concentração e *gulags* nos primeiros cinquenta anos do século XX. Na visão de Arendt, esses dados refletem uma combinação de cegueira científica e poder burocrático (...) (SENNET. 2009, p. 12)¹⁹⁶.

Na verdade, é disso que se trata; não do perigo específico da bomba atômica ou de qualquer outra invenção, mas do *ethos* que, se uma vez possibilitou a barbárie, poderá voltar a fazê-lo, isso se já não estivermos dispostos a considerar que a barbárie enfaixa o mundo em suas mãos nesse exato instante, sob mil e uma formas mais sutis e sofisticadas. Não sob a fórmula de uma máquina de destruição ou outra, mas sob a fórmula do *ethos* utilitarista. Arendt pensava que tal fórmula era “cegueira científica + poder burocrático”, mas cremos ser

¹⁹⁴ Albert Einstein a R. A. Thornton, carta inédita datada de 7 de Dezembro de 1944 (EA 6-574), Arquivo Einstein, Universidade Hebraica, Jerusalém. Ver: HOWARD, Don A. *Albert Einstein as a philosopher of science*. *Physics Today* 58(12), 34 (2005); p. 34

¹⁹⁵ SENNETT, Richard. *O artífice*. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009.

¹⁹⁶ Idem.

necessário adicionar outros ingredientes básicos aí: o desprezo por toda *utilidade inútil* e o culto a toda *inutilidade útil*, para falar como Ordine. Em outras palavras, o problema não é tanto uma indústria específica, mas a industrialização como *ethos*, a industrialização e a comoditização da vida. Em *O advento da tecnologia como crise da epistemologia*, Fernando Fragozo chama a atenção para o fato de que essas formas mais sutis de industrialização foram aventadas no último século:

Se, como diz Edgar Morin, houve, no decorrer do século XX, uma segunda industrialização, a “industrialização do espírito”, que se seguiu à organização industrial das atividades produtivas em geral, estaríamos hoje assistindo ao advento do terceiro nível da industrialização: a industrialização do corpo (FRAGOZO. 2009, p. 164)¹⁹⁷.

A ideia de *industrialização do espírito e do corpo* é bastante significativa. Gostaríamos de fazer uso dela atribuindo-lhe o sentido acima destacado da ‘industrialização como *ethos* do século XX’. O século XX realiza um movimento de industrialização abstrata, que transcende os modos de produção tradicionais e atinge os modos de produção do pensar e do agir das massas. A industrialização da obra de arte e da cultura, tal como descrita por Adorno e Horkheimer em *Dialética do esclarecimento*, passando pela comoditização da ciência e pela empresalização da universidade, culmina naquilo que Guattari e Rolnik chamam de *cultura-mercadoria* em *Micropolítica*, a redução da cultura às relações de mercado¹⁹⁸. Deste modo, em nossos dias, à *cegueira científica* da qual nos fala Arendt, soma-se o poder do capital, que se exerce como uma força de industrialização e comoditização de todas as esferas da vida. Certamente muitos podem discordar de tal diagnóstico, e outros, podem desconfiar da própria possibilidade de fazermos diagnósticos, principalmente grandes diagnósticos. Dirão que, devido à instabilidade do mundo, os grandes diagnósticos não são mais possíveis, mas então poderíamos replicar que é justamente por isso que eles nunca foram tão necessários. Dirão que o tempo das bombas atômicas terminou no exato instante em que caminham sobre um paiol nuclear pulsante que não para de crescer. Mas além dos problemas militares, outras tantas crises estão vivas. Desmatamento e poluição, envenenamento dos campos e oligopólios da semente, guerras e desertos de fome, e uma crise sem igual da política representativa em nível internacional. Sennet também trata da situação do mundo

¹⁹⁷ Tal reflexão se dá em uma análise que Fragozo faz da crítica de Stiegler ao *Ser e Tempo* de Heidegger. Não é nosso propósito, nem teríamos tempo, nesta ocasião, analisar minuciosamente o presente trabalho. Dele gostaríamos, contudo, de reter as indicadas noções de industrialização do espírito e do corpo. Para saber mais ver: FRAGOZO, Fernando. *O Advento da tecnologia como crise da epistemologia: A Necessidade de Repensar o Estatuto da Técnica no Campo da Comunicação Lumina* - Juiz de Fora - Facom/UFJF - v.6, n.1/2, p.155-169, jan./dez. 2003

¹⁹⁸ GUATTARI, Félix.; ROLNIK, Sueli. *Micropolítica: Cartografias do Desejo*. Petrópolis: Vozes, 1999.

atual e faz questão de sublinhar que pode ser um ledó engano pensar que hoje superamos o risco da barbárie que assolou a geração de Arendt:

Hoje, a civilização material dos tempos de paz ostenta estatísticas não menos estonteantes de males auto-infligidos: um milhão, por exemplo, foram os anos necessários para que a Natureza criasse a quantidade de combustíveis fósseis atualmente consumidos em um único ano. A crise ecológica é pandórica, produzida pelo homem; a tecnologia talvez não seja uma aliada confiável no empenho de readquirir o controle (SENNET. 2009, p. 13)¹⁹⁹.

É evidente que não se trata de um discurso contra a tecnologia, e que a tecnologia em si é desejável, desde que faça parte de uma cultura com elevados valores epistêmicos, estéticos e morais, e não seja nem seu alicerce nem seu *telos*. Se a tecnologia é o que nos dá sustento, e pretensamente provê sentido à civilização, se o meio é confundido com o fim, então readquirir o controle sobre a caixa de Pandora será uma tarefa condenada ao fracasso. Há uma tensão constitutiva no saber tecnológico; uma tensão envolvendo seus propósitos e usos. A tecnologia contém em si mesma uma dinâmica agonística, uma luta entre tendências antitéticas, pois pode criar as pontes que nos elevam acima dos montes ou as fendas que nos dragam ao centro das mais profundas depressões. É por isso, pelo vigor dessa tensão constitutiva, que a tecnologia não pode ser, ela mesma, a *força de orientação* da civilização, nem o novo bezerro de ouro da cultura. É preciso que outra coisa oriente a tecnologia, e essa outra coisa, em nossa concepção, deve ser um *ethos* não utilitarista. Ainda em *O artífice* Sennet lembra como essa tensão constitutiva da tecnologia enseja também reações racionais que vão da preocupação ao alarme:

O medo de Pandora gera um clima racional de temor, mas o próprio temor pode ser paralisante, e mesmo maligno. A própria tecnologia pode surgir como inimiga, e não um simples risco. A caixa de Pandora ambiental foi fechada com excessiva facilidade, por exemplo, em discurso pronunciado pelo mestre de Arendt, Martin Heidegger, perto do fim da vida, em Bremen, em 1949. Nessa infame oportunidade, Heidegger “ignorou o caráter único do Holocausto, em termos de ‘história dos desmandos do homem’, ao comparar ‘a produção de cadáveres nas câmaras de gás e nos campos de morte’ à agricultura mecanizada”. Nas palavras do historiador Peter Kempt, “Heidegger considerava que as duas coisas deviam ser encaradas como manifestações do ‘mesmo frenesi tecnológico’ que, se não fosse contido, levaria a uma catástrofe ecológica de proporções mundiais.” (SENNET. 2009, p. 13).

Embora concordemos com Sennet que a comparação entre o Holocausto e a *agricultura mecanizada* é problemática, precisamos ir além e dizer o quanto a extrema preocupação de Heidegger com a *agricultura mecanizada* nos parece perfeitamente razoável e justificada, como nos parece bastante sensato, décadas depois da declaração de Heidegger, pensar que um *frenesi tecnológico* anima a agricultura química praticada pelo agronegócio

¹⁹⁹ Op. Cit.

global e que não nos parece desproporcional ou irresponsável falar dos riscos de uma *catástrofe ecológica de proporções globais* em um mundo altamente poluído e desmatado (sem falar na “hipótese” do aquecimento global antropogênico). Décadas depois das palavras de Heidegger, o fato é que o uso de agroquímicos matou milhões de pessoas, ceifando mais vidas do que muitos conflitos armados²⁰⁰.

O modelo industrializado do agronegócio contemporâneo parece merecer, no mínimo, nossa preocupação, quando, conforme Lacey, em *Valores e atividade científica*, consideramos que a chamada “revolução verde” tornou a agricultura mais capitalizada, fragilizando a posição dos pequenos agricultores e favorecendo a formação de grandes conglomerados corporativos no campo ao atrelar a produção à necessidade de altos investimentos em agroquímicos e máquinas especiais, e que além dos problemas sociais e econômicos, tal modelo gerou “efeitos colaterais problemáticos” que envolvem “esgotamento e envenenamento dos solos, perda de variedade no repositório genético das sementes, perturbação dos cursos d’água” e prossegue, “desertificação, dependência crescente de fertilizantes, herbicidas e pesticidas, e redução nas quantidades de outros produtos das culturas tradicionais” (LACEY. 2008, p. 203-204)²⁰¹. Lacey lembra ainda o fato de que, com o advento do agronegócio biotecnológico, as sementes se transformaram em uma tecnologia patenteada, gerando uma situação de ainda maior precariedade para as lavouras de pequena escala e os agricultores familiares. Conforme Camila Lantiman, “tais inovações, fornecidas pela biotecnologia [os OGM’S], tem beneficiado quase que exclusivamente instituições comerciais que visam aumentar seus lucros” (LANTIMAN. 2015, p. 64)²⁰². A autora nos diz ainda que, de acordo com Lacey, uma das principais estratégias do *lobby* a favor dos OGM’S é o discurso de que as sementes transgênicas são fundamentais para erradicar a fome no

²⁰⁰ Conforme Faria et al: “As publicações mais recentes da Organização Internacional do Trabalho/ Organização Mundial da Saúde (OIT/OMS) estimam que, entre trabalhadores de países em desenvolvimento, os agrotóxicos causam anualmente 70 mil intoxicações agudas e crônicas que evoluem para óbito. E pelo menos 7 milhões de doenças agudas e crônicas não-fatais, devido aos pesticidas”. Ver: FARIA, Neice Müller Xavier; FASSA, Anaclaudia Gastal; FACCHINI, Luiz Augusto. *Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos*. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 25-38, Mar. 2007. p. 25. Quanto ao caso brasileiro, de acordo com Bochner, é preciso levar em conta que os números oficiais podem desprezar inúmeros casos devido a fatores como subnotificação etc.: “Além da subnotificação já bastante discutida em relação às intoxicações agudas por agrotóxicos, uma atenção especial deve ser dada às intoxicações crônicas por agrotóxicos de uso agrícola, que apesar de se acreditar serem em número muito elevado, são pouco conhecidas”. BOCHNER, Rosany. *Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil*. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 73-89, Mar. 2007. p. 88.

²⁰¹ LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica I*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiæ Studia/Editora 34, 2008.

²⁰² LANTIMAN, Camila. *A interação entre ciência e valores segundo Hugh Lacey: estratégias, controvérsias e bem estar de todos*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UERJ, 2015.

mundo. Lacey rechaça este argumento em *Valores e atividade científica 2*, quando sustenta que uma série de pesquisas científicas sérias têm demonstrado, ou, ao menos indicado, que as agroecologias, dispensando o uso de OGM'S e agroquímicos, podem ser empregadas em grande escala sem perda de produtividade em relação aos métodos convencionais (LACEY. 2010, p. 187-188)²⁰³. A premissa de que a biotecnologia e a agricultura tecnocientífica do agronegócio são indispensáveis para o combate à fome, segundo Lacey, não possui sustentação empírica²⁰⁴.

O argumento do combate à fome se mostra ainda mais discutível. Levantado há décadas em favor da agricultura química mecanizada, o argumento foi atacado ainda nos anos

²⁰³ LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica 2*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiæ Studia/Editora 34, 2010.

²⁰⁴ A controvérsia em torno dos transgênicos não se limita aos possíveis danos sociais e econômicos que podem atingir milhões de pequenos agricultores mundo afora, nem à base empírica do “argumento do combate à fome”. Na verdade há um intenso debate internacional em torno da biossegurança de tal tecnologia, com inúmeros defensores de ambos os lados. A Revista *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*, da Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz, por exemplo, publicou um dossiê sobre o tema no ano 2000. Nele, Luisa Massari destacou que não há consenso na comunidade científica internacional acerca da biossegurança dos OGMs, e que no Brasil houve uma controvérsia envolvendo a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) para a qual, embora as pesquisas devessem continuar, a comercialização de OGMs deveria ser interrompida, pois havia ainda muitas dúvidas sobre os impactos ambientais e à saúde decorrentes de seu uso, e a Academia Brasileira de Ciências (ABC), que contrariamente à SPBC, se posicionou abertamente a favor do uso extensivo das sementes transgênicas. Ver: MASSARANI, L. *OGMs à mesa: decifre-os antes de devorá-los*. *História, Ciência, Saúde: Manguinhos*. Vol. VII(2), Jul.-Out. 2000, p. 437-439. Zancan lembra que tais dúvidas não são pontuais e triviais, mas envolvem a comunidade científica internacional. Se há uma intensa controvérsia sobre o tema envolvendo cientistas sérios e instituições de prestígio de ambos os lados, o princípio de precaução deveria fazer com que a pesquisa avançasse enquanto a comercialização fosse interrompida. De acordo com Zancan, dados apresentados na revista norte-americana *Science* (286:1662-6,1999) mostram que a soja *Roundup* da Monsanto não dá lucro e o uso de herbicidas não diminui com seu uso. Ver: ZANCAN, G. *A comunidade científica tem dúvidas*. Op. cit, p. 445-448. Nodari e Guerra lembram que não existem estudos conclusivos que garantam que os produtos transgênicos não causam dano à flora e fauna, e que pouco se sabe acerca de seus efeitos sobre os organismos-alvo, a água e o solo. Ver: NODARI, R. O. e GUERRA, M.P.: *Implicações dos transgênicos na sustentabilidade ambiental e agrícola*. Op. cit, p. 481-491. Valle pontua que o desenvolvimento agroindustrial e biotecnológico têm aumentado os lucros somente das megacorporações do agronegócio, deixando em situação de insegurança todos os demais produtores agrícolas, e lembra que há pouquíssimos testes de biossegurança realizados, de modo que assumir a ausência de riscos é uma precipitação. Ver: VALLE, S. *Transgênicos sem maniqueísmo*. Op. cit, p. 493-498. Lewgoy enfatiza o quanto o debate assume grandes proporções no cenário internacional de modo que ser a favor dos transgênicos não é uma atitude mais científica do que ser contra os mesmos, pois há numerosos cientistas em cada lado da querela. Ver: LEWGOY, F. *A voz dos cientistas críticos*. citi, p. 503-508. Nove anos depois, pesquisadores da Fiocruz e da Universidade Federal de Santa Catarina fizeram uma revisão da literatura sobre OGMs publicada em revistas e periódicos especializados indexados pelo sciELO e concluíram que a controvérsia persistia, havendo ainda muitos argumentos científicos contra e a favor das sementes transgênicas e que poucos testes de biossegurança haviam sido realizados. CAMARA, M; et al.: *Transgênicos: avaliação da possível (in)segurança alimentar através da produção científica*. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 16, n.3, jul.-set. 2009, p. 669-681. O clima de debate e incerteza não diminuiu com a virada da década, como podemos ver em DIAS, Juliana; OLIVEIRA, José Carlos de. *Diálogos descontraídos: do direito à semente ao direito à informação sobre a produção de alimentos transgênicos*. Congresso Scientiarum Historia VI. Rio de Janeiro, Brasil. UFRJ-CCMN-HCTE, p. 361-373. No Brasil, a querela atingiu proporções tão grandes, que o Instituto Nacional do Câncer (INCA) se posicionou publicamente em 2015 contra o consumo dos transgênicos baseado no argumento de que eles poderiam ser agentes cancerígenos. Documento disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>

1950 pelo geógrafo brasileiro Josué de Castro. Conforme o autor, em *Geopolítica da fome*, compreendemos que o problema da fome é assaz complexo, não sendo uma simples questão de produção, de modo que, para solucioná-lo, não basta meramente adotar métodos que pretensamente elevam a capacidade produtiva (CASTRO, 1955)²⁰⁵. Para Milton Santos, o problema da fome não deriva da baixa produtividade, mas da má distribuição de alimentos. Conforme o geógrafo, o mundo já produz bem mais do que consome, e se muitos não têm o que comer, em parte é porque muito do que é produzido o é em função da alimentação de luxo de um pequeno grupo de humanos abastados e em parte porque no sistema econômico atual é mais vantajoso queimar estoques de alimentos a vendê-los a preços baixos ou distribuí-los aos mais pobres (SANTOS, 2006)²⁰⁶.

O cientista social Jean Ziegler, que trabalhou como relator da ONU para a questão da fome, também realizou amplo estudo sobre o assunto e concluiu que as populações mais pobres e mal nutridas se encontram em tal situação não porque a produção mundial de alimentos seja insuficiente, mas por conta de sua situação de exploração, falta de terra e inclusive porque não dispõem do capital necessário para comprar as sementes patenteadas das mega corporações do agronegócio ao passo que as sementes crioulas se tornaram, com o tempo, escassas e inacessíveis²⁰⁷ (ZIEGLER, 2013). O prêmio Nobel de economia Amartya Sen também destaca que a questão da fome se deve muito mais à falta de democracia e justiça do que a um déficit na produção de alimentos (SEN, 2001; 2010)^{208 209}. Recentemente Maria

²⁰⁵ CASTRO, Josué de. *Geopolítica da fome: ensaio sobre os problemas de alimentação e de população do mundo* - 3ª ed. rev. - Rio de Janeiro : Liv. Ed. da Casa do Estudante do Brasil, 1955.

²⁰⁶ SANTOS, Milton In TENDLER, Sílvio. *Encontro com Milton Santos: O mundo global visto do lado de cá*. Rio de Janeiro – Brasil, 2006.

²⁰⁷ ZIEGLER, Jean. *Destruição em massa: geopolítica da fome*. São Paulo: Cortez, 2013.

²⁰⁸ (1) SEN, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras. 2001.

(2) SEN, Amartya. *A idéia de justiça*. São Paulo: Companhia das Letras (no prelo). 2010.

²⁰⁹ Para um enfoque diferente ver: SINGER, Peter. *Ética Prática*. São Paulo: Martins Fontes, 3ª Ed, 2002. Nesta obra, Singer defende que os países pobres não possuem dinheiro para comprar os cereais dos países ricos bem como as máquinas e demais equipamentos para produção agrícola. Sem dúvida isso é uma parte do problema, mas não o problema, pois mesmo que os países dispusessem desse dinheiro deveríamos enfrentar a questão de saber se um país *deve* comprar os “cereais” – a saber, as sementes geneticamente modificadas patenteadas por corporações multinacionais que as disponibilizam em regime de venda casada junto com os herbicidas altamente poluentes e “possivelmente” nocivos à saúde desenvolvidos especialmente para o uso conjunto com estas determinadas sementes, ou se deve ter o direito a dispor de sementes crioulas ou não patenteadas como um patrimônio natural comum da humanidade, o que pressupõe a ruptura com o modelo de produção hegemônico. Além do mais, assumir que os países pobres onde há fome são tal e qual porque não possuem o capital necessário para participar do sistema global do agronegócio é pressupor que o problema da fome é uma questão de produção, e que o modelo agroquímico biotecnológico é o único possível, ao menos para gerar respostas em grande escala, endossando assim aquela premissa dos defensores da agricultura convencional que Lacey afirma ser carente de base empírica.

Clara Coelho Camara e colaboradores²¹⁰ fizeram uma revisão da literatura sobre transgênicos no Brasil e identificaram que o argumento do combate a fome é recorrente entre os defensores dos OGM'S, embora outros pesquisadores também enfatizem que não há uma correlação necessária entre aumento de produção e segurança alimentar e nutricional, pois este problema é logístico e, em suma, macroeconômico, ou seja, é um problema de distribuição e não de produção, conforme já dito por Castro e Santos.

Se não possui base empírica a premissa de que a agricultura tecnocientífica de base biotecnológica é a solução para o problema da produção de alimentos, conforme Lacey, como modo de erradicação da fome no mundo; e se, mais do que isso, não podemos nem ao menos reduzir a questão da fome à produção de alimentos; e se mesmo do ponto de vista da produtividade, a agroecologia representa uma alternativa viável à agricultura convencional, então qual é a diferença substancial entre tais modelos de produção senão uma divergência axiológica? É o que ressalta Lacey quando afirma que a agricultura convencional é ensejada pelo interesse financeiro de mega corporações, sendo, portanto, pautada pelos valores neoliberais, ao passo que a agroecologia incorpora valores alternativos conflitantes aos neoliberais:

<i>Ethos</i> (Valores ou princípios axiológicos)	
Agricultura convencional	Agroecologia
Individualismo	Solidariedade
Propriedade privada e lucro	Bem público
Controle da natureza	Sustentabilidade
Interesses econômicos privados mercantilização	Bem-estar social, pluralismo e valorização dos saberes locais

Tabela1: Comparação entre os valores da Agricultura tecnocientífica e da agroecologia com base em LACEY, Hugh, op. cit, p. 189.

Por todos os fatores elencados, voltamos a enfatizar que a preocupação de Heidegger, tal como exposta por Sennet, acerca de uma correlação entre o *frenesi tecnológico*, a *agricultura mecanizada* (noção estendida por nós de modo a abarcar o que chamamos de agricultura da *Big Science* ou agricultura tecnocientífica) e a possibilidade de problemas ecológicos graves nos parece não somente plausível e sensata como verdadeiramente concordante com os fatos que aconteceram nas últimas décadas. Parece-nos apenas que os problemas graves não são somente ambientais, mas sociais, econômicos e políticos. O fato

²¹⁰ Op. cit.

que nos importa mostrar é que o risco tecnocientífico de uma ciência de especialistas não se restringe aos terríveis resultados práticos da indústria bélica e sua *Big Science* da guerra, à bomba atômica, por exemplo, e seu potencial de morte e destruição, mas se estende por diversos campos e áreas do saber que sofreram a industrialização do espírito, a des-intelectualização dos pesquisadores e a incorporação dos valores utilitaristas. A *Big Science* agrotécnica, por exemplo, pode ser bastante danosa, até porque o primeiro dano é ao espírito; o empobrecimento da cultura por meio da morte dos saberes locais e a injustiça política que sempre está presente quando o bem público é superado por interesses privados e quando o “bem-estar” do mercado oblitera o bem-estar social.

Os perigos do mundo tecnocientífico foram também analisados pelo Nobel de física Georges Charpack e pelo físico do CERN Roland Omnès. Em *Ciência e sociedade*²¹¹ os autores lembram o desenvolvimento mútuo e interdependente da ciência e da tecnologia responsável pela industrialização primeiro do ocidente, e depois do mundo. Os autores sublinham uma tensão constitutiva desse modo de produção do conhecimento: *O famoso “avanço tecnológico” repousa numa convenção frágil: a proibição de copiar, ao passo que a ciência é, em princípio, universal* (CHARPACK, OMNÈS. 2007, p. 202)²¹². Esse dilema entre o segredo próprio do mercado e o caráter aberto e público, próprio da ciência, é decorrente de “choques” entre dois *ethos*, duas metafísicas, “dois sistemas de mundo”: àquele que sustenta os interesses mercantis utilitaristas, de um lado, e aqueles compatíveis com o ideal de Poincaré de *ciência pela ciência*, por outro. Charpack e Omnès, como pensadores do presente, também enfrentam aquela pergunta levantada por nosso hipotético defensor do “argumento do melhor dos mundos”. Como podemos dizer que há uma degradação da cultura em um mundo de alta tecnologia e riqueza, de naves espaciais e submarinos nucleares, em que nunca se publicou tantos livros, se venderam tantas obras de arte e nunca fomos tão ricos? Sob o disfarce de um mundo feliz se esconde uma amarga distopia de uma civilização em convulsão em meio a graves problemas e uma organização social injusta e instável:

As matérias-primas estão muito desigualmente repartidas, especialmente o petróleo; donde novas fontes de lutas surdas e regateios. A abundância para todos e o emparelhamento com o nível de vida dos países mais ricos esbarram no problema da energia: as reservas são limitadas (...). Enquanto isto, a Terra sofre. As grandes florestas primárias encolhem sem parar. Nunca tantas espécies vivas, vegetais ou animais, desapareceram por anos consecutivos, pelo menos não nos últimos 65 milhões de anos, desde quando um aerólito pôs fim ao reino dos dinossauros. O aquecimento do planeta pode levar, com o tempo, à submersão de grandes cidades e

²¹¹ CHARPACK,G; OMNÈS,R. *Ciência e Sociedade* in *Sejam sábios, tornem-se profetas*.Rio de Janeiro: Editora Best Seller, 2007.

²¹² Idem.

planíces férteis, e grandes mudanças climáticas, provocadas, por exemplo, pelo desaparecimento do Gulf Stream, viriam lembra-nos como a Europa está próxima do Ártico. E há, naturalmente, as armas capazes de destruir tudo. E a nossa cegueira de pobres seres humanos, que nunca fomos tão primitivamente primatas, incapazes de enxergar além de nossas seculares rotinas (CHARPACK; OMNÈS. 2007, p. 203)²¹³

Nosso hipotético interlocutor poderá argumentar que os filósofos são sempre pessimistas, e estão sempre a querer dizer como a ciência deveria ser e a civilização já não é. Poderá também, para preservar sua confortável imagem de que “a ciência vai muito bem e as pessoas estão felizes”, dizer que tais autores não conheceram o mundo presente. Mas as duras palavras de Charpack e Omnès não são de arautos da anticiência nem de inimigos da tecnologia, mas de físicos cuja dedicação à ciência lhes tomou e deu sentido à vida, e não de físicos do início do século passado, mas deste tempo, e nem de físicos obscuros sobre os quais um *ad hominem* cai como uma bigorna, mas de físicos reconhecidos pelos pares, muito bem alocados institucionalmente, um deles laureado com o principal prêmio de sua área. Os autores descrevem um mundo em perigo, vitimado de uma cegueira terrível, flertando com a barbárie e a catástrofe. O que poderá dar sentido a esse mundo e evitar sua danação? Eles que são cientistas e que sabem valorizar a tecnologia pelo que ela possui de imprescindível e importante não pensam que o mundo tecnocientificamente orientado está indo bem. O que poderá soprar a vida e insuflar o espírito nesta máquina oferecendo-lhe uma força de orientação? Eles dizem que somente uma mutação do pensamento pode estabelecer a harmonia entre os homens. Se a tecnoutopia fracassou, o que colocaremos no lugar? Poderá ser novamente a religião? As artes? A filosofia?

(...) A filosofia europeia, de Descartes a Kant, já empreendera a necessária depuração dos valores cristãos em que nasceu, e continua sendo a única a levar adiante o que ainda está vivo do espírito grego. Ela nunca terá sido mais necessária que agora, quando deveria surgir de nosso conhecimento uma arte mais pura de viver e amar. Devemos portanto enxergar mais longe que André Malraux em sua famosa profecia: “O século XXI será religioso”, pois isto pode significar o melhor como também o pior. O melhor, sem dúvida alguma, ou a grande esperança, seria que este século realmente voltasse a ser filosófico, mas em seu sentido original: “amigo da sabedoria” (CHARPACK; OMNÈS. 2007, p. 197)²¹⁴.

Não é nada trivial quando dois físicos falam assim de sua época, e apontam não a filosofia institucional das academias, mas a atitude, o espírito filosófico, como a força de orientação capaz de reanimar a cultura e promover um novo renascimento que nos afaste do perigo e promova a paz e a prosperidade. Pensamos que, para esse século voltar a ser verdadeiramente filosófico, o cientista deveria voltar a ser, verdadeiramente, filósofo natural,

²¹³ Ibidem.

²¹⁴ Ibidem.

ou físico filósofo. Mas o tempo avança e cada época tem seu espírito, e os filósofos naturais e os físicos filósofos são homens de outro mundo que já se foi. Não cremos que a solução possa vir do passado. Mas cremos que um século com espírito filosófico depende da volta de homens de ciência que assumam valores epistêmicos e sociais não utilitaristas.

3 PRESSUPOSTOS METAFÍSICOS E PRINCÍPIOS AXIOLÓGICOS: O CASO DA FÍSICA NUCLEAR

A ciência não flutua no vácuo. Não há cientista que seja só cientista; ele é também cidadão de uma cultura, político, filósofo, etc., mesmo que não tenha consciência disso. Quem fala mal da política ou da filosofia está, sem o saber, tomando uma posição política ou filosófica.

Newton Freire-Maia

Para colocar em evidência a relação íntima entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, destacando a *metafísica como força de orientação* da pesquisa científica, sem dúvida é uma boa estratégia recorrer a exemplos históricos de teorias consagradas. Poderíamos, por exemplo, discorrer como “simplicidade lógica”, “beleza”, “ordenamento” e “unificação”, enquanto pressupostos metafísicos, e o “compromisso com a verdade”, a “honestidade”, a “comunhão do saber” e o “trabalho disciplinado e árduo”, como princípios axiológicos, concorreram para que Galileu desenvolvesse o sistema heliocêntrico de mundo, ou Einstein pudesse elaborar a Teoria Geral da Relatividade – sendo ambos extremamente bem-sucedidos.

Neste capítulo, contudo, queremos explorar como metafísica e axiologia, posto que inevitáveis, estão presentes nos casos de fracasso e também são fundamentais para que algumas teorias, ainda que “corretas” ou promissoras, sejam negadas: ou seja, para a não aceitação e o insucesso de algumas investigações. Muitas vezes a negação de algumas teorias, motivada, ou ao menos em algum grau impactada, por pressupostos metafísicos e pelo *ethos* científico – como é o caso da rejeição do modelo aristotélico-ptolomaico – representa um ganho para a ciência. A ciência segue tendo privilegiado a teoria mais simples em detrimento da mais complicada, a equação mais bela, em detrimento de outra, deselegante, a descoberta suportada pela axiologia da pesquisa científica em vantagem da descoberta que afrontava o *ethos*²¹⁵. Quando tais coisas ocorrem, é possível dizer, portanto, que a ciência vai sendo depurada e fortalecida. Porém, em outros casos, as teorias negadas ou obstruídas por razões metafísicas e éticas²¹⁶, a história pode o revelar, poderiam ser promissoras ou mesmo corretas.

²¹⁵ O que conta como beleza, o senso estético, e o que conta como bem, o senso ético, bem como o que conta como verdade, a metafísica, não devem ser tomadas simplesmente como entidades fixas, eternas e imutáveis, mas como frutos de complexos “desenvolvimentos” antropológicos, sociais, políticos e econômicos, modificando-se, em alguns casos de modo acentuado, dadas as circunstâncias históricas.

²¹⁶ Um caso emblemático seria a famosa recusa de Einstein em aceitar a teoria quântica. Einstein o teria feito por não admitir abrir mão de seus pressupostos metafísicos, ou seja, por manter-se “fiel” a princípios como a “racionalidade do mundo” e “determinismo dos eventos naturais”. Uma complexa gama de fatores epistêmicos variados atuou para que Einstein se posicionasse contra Bohr, Heisenberg, entre outros, e ao fazer isso,

Quando a ciência é privada de tais teorias ou descobertas, poderíamos igualmente dizer que tomou caminhos tortuosos e desnecessários, experimentou obstáculos, sofreu atrasos. No entanto, colocar as coisas nesses termos seria flertar com a perspectiva teleológica, o que não é o caso. Basta dizer que muitas vezes teorias promissoras podem ser negadas por preconceitos metafísicos e princípios morais.

A nosso ver, todavia, isso não demonstra que metafísica e axiologia sejam prejudiciais, mas que são inevitáveis, e que tal inevitabilidade possui vantagens e riscos. Se a metafísica sempre está presente, e se uma axiologia sempre lhe é correspondente, tanto nos casos de maior sucesso, quanto nos mais retumbantes fracassos, o que podemos constatar é que pressupostos epistêmicos, metafísicos, e valores éticos, axiológicos, são intrínsecos à investigação da natureza, tanto quanto sua dimensão social. Ou dizendo de outro modo, podemos assumir que os pressupostos metafísicos e os princípios axiológicos são dois dos componentes básicos dessa atividade social e histórica que chamamos de ciência.

Estamos tão condicionados a contar a história dos casos de sucesso, dos programas de pesquisa bem-sucedidos, que negligenciamos uma questão fundamental para a compreensão da atividade científica: os casos de fracasso, de rejeição de teorias, hipóteses ou descobertas. Por que uma teoria foi realmente rejeitada? Porque não passou pelos crivos daqueles critérios como simplicidade, beleza, consistência lógica, adequação com os fatos? Há elementos políticos e ideológicos, além de compromissos estéticos e metafísicos atuando no interior da investigação científica, e muitas vezes eles podem ser os responsáveis, ou ao menos contribuir como variáveis presentes nos casos de rejeição. Discordamos de Lacey, que defende que os valores não podem influenciar as escolhas de teorias

É útil trabalhar com um modelo das práticas de pesquisa científica segundo o qual existem três momentos-chave nos quais é preciso fazer escolhas, a saber, os momentos de: (i) adotar uma estratégia (ou regras metodológicas), (ii) aceitar teorias e (iii) aplicar o conhecimento científico. Os valores sociais podem ter papéis legítimos e importantes no primeiro e no terceiro momentos, porém não no segundo, quando apenas os valores cognitivos e os dados empíricos disponíveis têm papéis

cometesse erros de avaliação da teoria quântica. Alguém poderia argumentar, portanto, que tais pressupostos são nocivos, pois impedem até mesmo homens como Einstein de enxergar a verdade quando esta não cabe em seus limites estreitos. Mas esse argumento é frágil e descuidado, porque precisaríamos lembrar ao nosso interlocutor, que esses mesmos pressupostos “guiaram” nosso cientista à criação da Teoria Geral da Relatividade, para ficar só nesse trabalho, e que tal feito é uma das maiores conquistas científicas de nossos tempos. Os pressupostos metafísicos, deste modo, não são “bons” nem “maus”, são indissociáveis dos homens que os sustentam, e “inevitáveis” para estes. Certamente é possível não assumir este ou aquele pressuposto; o que não é possível é não assumir quaisquer pressupostos. Não há neutralidade metafísica. Pressupostos metafísicos acompanham nossos homens de ciência, “na alegria e na tristeza”, como em um casamento intelectual. Estão com eles quando são laureados, e estão igualmente presentes quando experimentam o infortúnio.

essenciais (LACEY. 2003, p. 121)²¹⁷.

De acordo com algumas interpretações do conceito de prematuridade, de Gunter Stent, muitos fatores extraepistêmicos podem contribuir para que uma teoria seja rejeitada, ou seja, para que uma determinada teoria x não seja incorporada à tradição do conhecimento científico. Stent sustentou que uma descoberta é prematura quando não pode ser logicamente conectada, por meio de uma série de etapas simples, ao conhecimento científico canônico de sua época (STENT.2012)²¹⁸. A prematuridade de uma descoberta, apesar do nome, não implica a negação de seu valor de verdade. A descoberta pode um dia tornar-se canônica, ou ser simplesmente negada, como a teoria do éter. Os exemplos que Stent fornece de casos de prematuridade são: (1) a apresentação das leis de Mendel; (2) a defesa de Avery do DNA como mediador da transformação bacteriana; (3) a teoria de Polany acerca da adsorção gasosa de sólidos; (4) vindicações de PES – percepção extra-sensorial a partir dos anos 1960; e (5) a vindicação de transferência de memória de animal para animal pelos extratos de ácido nucleico.

Gostaríamos de oferecer uma nova interpretação do conceito de prematuridade. Primeiro, pretendemos classificar dois tipos de prematuridade. Chamaremos o primeiro tipo de “prematividade epistêmica”, e o segundo tipo, de “prematividade axiológica”. Como já vimos, a prematuridade epistêmica ocorre quando não podemos conectar logicamente uma descoberta à tradição. Em termos kuhnianos, não podemos conectar avanços extraordinários à ciência ordinária do paradigma vigente. A prematuridade ética, ou axiológica, ocorre quando *não podemos conectar axiologicamente uma descoberta ou teoria científica ao conhecimento científico canônico de sua época*. Por exemplo, a clonagem humana, mesmo que se epistemicamente pudesse ser conectada logicamente aos cânones da genética atual, tenderia a ser rejeitada, porque a conexão ao conhecimento canônico seria, muito provavelmente, impedida por razões axiológicas. Ou seja, tal descoberta, para ser incorporada à tradição científica, demanda um suporte axiológico inexistente. Tudo se passa como se a descoberta percesse ter nascido sem um *ethos* favorável à sua sobrevivência. O ambiente axiológico é demasiado hostil para qual a teoria evolua e se adapte, sendo, portanto, selecionada. Em outras palavras, valores também podem ser determinantes para a rejeição de teorias ou descobertas científicas, mesmo quando estas são logicamente consistentes e epistemicamente

²¹⁷ LACEY, Hugh. *Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais?*. Sci. stud., São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-149, June 2003.

²¹⁸ STENT, Gunter. *Dissonância interdisciplinar e prematuridade in Prematuridade na descoberta científica: sobre resistência e negligência*. Ernest B. Hook (Org.). Gita K. Guinsburg (Trad.). São Paulo: Perspectiva, 2007.

promissoras. Uma descoberta prematura é sempre uma aposta para o futuro. Algumas descobertas ficariam em suspenso por um período de tempo até serem incorporadas ao conhecimento científico canônico ou rejeitadas em definitivo. Entre a apresentação das leis de Mendel e sua valorização transcorreram 35 anos. Stent nos lembra de que a prematuridade, ou seja, a explicação dos casos de rejeição por falta de conectabilidade lógica, não exclui a existência de outras razões extraepistêmicas, de ordem social, política e cultural, como variáveis importantes dos eventos de negação de teorias. Por este motivo, julgamos pertinente classificarmos os casos de prematuridade por razões epistêmicas e axiológicas.

Avery teria apresentado em 1944 a prova de que o DNA forneceria a explicação para a transmissão da hereditariedade. Contudo, foi somente por meio do experimento de 1952 de Hershey-Chase²¹⁹ que o foco da biologia molecular voltou-se para a importância do DNA como substância da hereditariedade. O fato é que a descoberta de Avery não foi apreciada em sua época. Stent salienta que, de acordo com Lamann, Avery possuía uma personalidade modesta, não competitiva, o que pode ter determinado a falta de reconhecimento de sua teoria. A própria vindicação de descoberta do DNA em 1869 ilustraria um caso semelhante. De acordo com Chargaff, o lapso de 75 anos entre a descoberta e seu devido reconhecimento se daria pelo fato de F. Miescher ser uma pessoa “tranquila”, e por não haver na ciência da época a estrutura publicitária da qual dispomos hoje.

3.1 O caso Fermi-Noddack

O caso que vamos estudar em seguida, e na verdade, toda a pesquisa nuclear desenvolvida nos anos 1930 e 1940, ilustra bem as tensões entre as visões epistemicista e utilitarista de ciência, e nos permite, também, avaliar a presença e a influência de valores nos casos de rejeição de teorias. Se, por um lado, inúmeros cientistas empregaram seus maiores esforços na pesquisa fundamental para a compreensão do núcleo atômico, por outro, muitos o fizeram por razões utilitárias próprias daquele período de guerra e corrida armamentista. A questão do utilitarismo, portanto, perpassa todo este capítulo como um pano de fundo.

²¹⁹ Para saber mais: OTTO, P. *Fundamentos bioquímicos da hereditariedade: natureza do material genético*. Rev. Sc. Bras. Med. Trop. Vol. III — N.º 4. pp. 229-235.

3.2 Breves considerações acerca do caminho até a fissão do núcleo atômico

Realizar aqui uma reconstrução histórica da ciência nuclear seria impossível. Dependendo da perspectiva adotada, teríamos que começar nosso relato por volta de 500 a.C.²²⁰. De acordo com Heisenberg, a compreensão da história de uma ciência é fundamental para entendermos seu estado atual. No caso da física nuclear, tal compreensão exige que retornemos aos gregos²²¹.

A física nuclear é um dos mais recentes desenvolvimentos da física. O termo núcleo foi introduzido por Rutherford há cerca de quarenta anos e um conhecimento mais detalhado do núcleo atômico foi obtido somente nas últimas cinco décadas. Mas o conceito de estrutura da matéria – a concepção de que existem certas partículas elementares que são os blocos de construção de toda a matéria – foi sugerido como hipótese pelos filósofos gregos antigos há 2500 anos. **Qualquer um que desejar entender a teoria atômica moderna deverá estudar a história do conceito de átomo** [nosso grifo] (HEISENBERG. 1953, p. 1)²²².

Vamos assumir, para as finalidades desta tese, não um continuísmo dos gregos à física nuclear do século XX, mas que tal física é bem mais recente. Para a história moderna da ciência do núcleo, apesar do ano emblemático de 1896²²³, com a descoberta da radioatividade por Becquerel ser, grosso modo, o primeiro capítulo nos manuais de um modo geral, começaremos nosso conciso relato pelo ano de 1905.

²²⁰ CHOPPIN, G. R.; LILJENZIN, J. O.; RYDBERG, J.; *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*, Butterworth-Heinemann: Oxford, 1995.

²²¹ Desenvolvo tal linha de raciocínio em: SILVA, Vinícius Carvalho. *Teoria quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega*. Griot : Revista de Filosofia v.15, n.1, junho/2017. pp. 2233-250.

²²² HEISENBERG, Werner. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD.,1953.

²²³ Para um estudo mais amplo da história da física nuclear sugerimos a obra supracitada de Heisenberg.

O artigo de 1905 de Einstein²²⁴, sobre a equivalência massa-energia implicava a possibilidade de um *quantum x* de massa liberar, ou “irradiar” um determinado *quantum* equivalente de energia, conforme a equação $E=mc^2$, isto é, a energia obtida nesse processo deveria ser equivalente à quantidade da massa inicial, multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz.

Einstein pensara em uma possibilidade de testar a teoria: observando substâncias como o rádio, que liberam energia na forma de radiação²²⁵. A proporção entre a perda de massa de uma determinada quantidade de rádio, e a energia liberada como radiação confirmaria a equivalência massa-energia? Este era um bom *gedankenexperiment*, mas sua realização física não era exequível. Sendo assim, Einstein não levou tal abordagem à frente por considerar que a mensuração da perda de massa do rádio estaria fora do alcance experimental da física de sua época (CREASE. 2001, p. 152)²²⁶.

Durante um bom tempo os estudos empíricos da equivalência massa-energia não progrediram. Somente a partir de 1930 o cenário começou a mudar. Com a descoberta do nêutron por James Chadwick, a física do núcleo entraria em outra fase com o entendimento de que o núcleo atômico era formado por prótons e nêutrons. Cockroft e Walton, em 1932, se utilizaram de um acelerador de partículas para bombardear núcleos de lítio com prótons. Como resultado, cada 1 núcleo de lítio + 1 próton se transformavam em 2 núcleos de hélio. No processo, os físicos descobriram perda de massa e ganho de energia, e concluíram que o evento poderia ser explicado pela equação de equivalência massa-energia $E=mc^2$ (CREASE.

²²⁴ No *annus mirabilis* de 1905, Einstein publicou quatro artigos fundamentais para a física contemporânea. No artigo *Concerning an Heuristic Point of View Toward the Emission and Transformation of Light*, Einstein, a partir da hipótese dos *quanta*, de Planck, discorre sobre o efeito fotoelétrico, sustentando que a luz é formada por partículas, que seriam *quantas* de energia, conhecidos posteriormente por fótons. Todavia, Einstein não se utilizou dessa palavra. O termo “*photon*”, de acordo com Arthor Zajonc foi introduzido no léxico da física somente em 1926 por sugestão do químico Gilbert Lewis em carta à *Nature*. O uso do termo *photon* por Lewis não é exatamente o mesmo daquele relacionado ao trabalho de Einstein para designar os *quantas* de luz. O artigo *On the Movement of Small Particles Suspended in Stationary Liquids Required by the Molecular-Kinetic Theory of Heat* “explica” o movimento browniano a partir da vindicação da existência de átomos em movimento no fluido em observação. Este artigo é importante para a filosofia da física de Einstein, pois ilustra seu realismo de entidades em relação à existência dos átomos, e seu racionalismo teórico, na medida em que expressa a convicção de Einstein que a teoria pura seria capaz de desvelar a natureza. De fato, a confirmação experimental ocorreria somente anos depois, com Perrin e colaboradores. O terceiro artigo daquele ano miraculoso, *On the Electrodynamics of Moving Bodies* lança as bases da teoria especial da relatividade, consolidadas no quarto artigo, *Does the Inertia of a Body Depend upon its Energy Content?* Neste último trabalho de 1905, Einstein publica sua equação de equivalência massa-energia, $E=mc^2$. Os trabalhos podem ser lidos em: <<http://einsteinpapers.press.princeton>>.

²²⁵ PAIS, Abraham. *Sutil é o Senhor... A ciência e a vida de Albert Einstein*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. p. 170.

²²⁶ CREASE, Robert P. *As grandes equações: a história das fórmulas matemáticas mais importantes e os cientistas que as criaram*. Alexandre Cherman (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

2009, p. 289)²²⁷. O próprio Einstein concebeu o experimento de Cockroft-Walton como a confirmação experimental, vinte e sete anos depois, da teoria de 1905:

Segue-se da teoria da relatividade especial que massa e energia são duas manifestações diferentes da mesma coisa, uma concepção um tanto quanto não familiar para a mentalidade contemporânea. A equação $E=mc^2$, na qual energia é equivalente à massa multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz, mostrou que quantidades muito pequenas de massa podem ser convertidas em quantidades enormes de energia. Massa e energia eram, de fato, equivalentes, de acordo com a fórmula mencionada. Isso foi demonstrado experimentalmente por Cockroft e Walton em 1932 (EINSTEIN. 1932)²²⁸

O bombardeamento do núcleo atômico tornou-se, ao longo de toda a década de 1930, um forte programa de pesquisa. Pelo bombardeamento, físicos e químicos buscavam sondar a estrutura da matéria, mensurar eventos nucleares e confirmar a equivalência massa-energia. Tal programa de pesquisa resultaria, anos depois, na descoberta da fissão nuclear. Enrico Fermi participou ativamente desta fase, bombardeando, desde 1930, os núcleos de todos os elementos da tabela periódica, dos mais leves aos mais pesados, produzindo versões mais pesadas destes. Nas próximas páginas veremos que quando Fermi bombardeou o urânio, pensou ter produzido elementos ainda mais pesados que este (CREASE. 2009, p. 289). Lembramos, mais uma vez, que todo esse programa de pesquisa possuía um viés utilitário no contexto da Grande Guerra.

3.3 **A fissão do núcleo atômico**

Em 1934 Enrico Fermi e colaboradores observaram produtos de fragmentação nuclear por indução artificial, mas não o reconheceram como tal. Somente em 1939, Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner e Otto Robert Frisch entenderam que as observações do grupo de Fermi poderiam ser um caso de “fissão nuclear”, tal como o nomeou Frisch.

²²⁷ CREASE, Robert P. *The brief guide to The Great Equations: The hunt for cosmic beauty in numbers*. London: Constable & Robinson Ltd, 2009.

²²⁸ Transcrição de um áudio gravado por Albert Einstein que consta dos arquivos do *American Institute of Physics*, disponível em: <<http://www.aip.org/history/mod/audio/fission/04einstein.html>>. Para um estudo mais detalhado sobre a história da fissão nuclear, recomendamos o documento *The Discovery of Fission* no site do *American Institute of Physics*. Arquivos de áudio de declarações de Thomson, Rutherford, Einstein, Bohr, Hahn, Frisch, Fermi, Szilard, Compton, entre outros, são documentos interessantes que podem ajudar a reconstruir a história da fissão nuclear. Os documentos podem ser acessados em: <<http://www.aip.org/history/mod/fission/fission1/01.html>>.

Recentemente, em um artigo preliminar publicado neste jornal²²⁹ relatamos que quando o urânio é bombardeado por nêutrons, são produzidos novos radioisótopos, com exceção dos elementos transurânicos – 93-96 – descritos anteriormente por Meitner, Hahn e Strassmann. Estes novos produtos radioativos aparentemente são gerados devido à decadência de U239 pela emissão sucessiva de duas partículas α . Por meio deste processo o número atômico 92 deve decair para 88; Isto é, o urânio decai em rádio [grifo nosso] (HAHN, O; STRASSMANN, F. 1964, p. 9)²³⁰

Ao misturar fragmentos de rádio ($Z=88$) com pequenas partes de berilo ($Z=4$), os átomos de berilo foram bombardeados pelos raios alfa emitidos pelo rádio, desprendendo os nêutrons de berilo. Fermi observou que quando nêutrons lentos (refreados por barreiras de água) se chocavam com átomos de U-238, ($Z=92$), o átomo de urânio se modificava. Fermi concebeu que quando esse processo ocorria, os nêutrons se transformavam e eram absorvidos como um elétron e um próton. O elétron era expelido, ao passo que o átomo deveria ficar com um próton a mais, dando origem aos elementos transurânicos ($Z=93$) e ($Z=94$)²³¹. Nas palavras de Fermi, a partir dos experimentos de 1934, ele e seus colaboradores:

Concluíram que os produtos gerados eram um ou mais elementos de número atômico maior do que 92; e, em Roma, se referiam aos elementos 93 e 94 como Ausenium e Hesperium respectivamente (FERMI. 1934, p. 416-417)²³².

Deste modo, ao invés de considerar a possibilidade de fissão do núcleo atômico, o grupo de Fermi pensou estar criando elementos transurânicos. No entanto, o primeiro elemento transurânico a ser realmente identificado foi o netuno, descoberto em 1940 por Edwin M. McMillan e Philip H. Adelson^{233 234}. Já no ano anterior, no trabalho de 1939 citado

²²⁹ HAHN, Otto; STRASSMANN, Fritz. *Naturwissenschaften* 26, 756 (1938).

²³⁰ HAHN, Otto; STRASSMANN, Fritz. *Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle*. *Die Naturwissenschaften* 27, 1939, p. 11-15.

²³¹ FERMI, Enrico. *Possible Production of Elements of Atomic Number Higher than 92*. *Nature* 133, 898-899, 1934. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v133/n3372/abs/133898a0.html>

²³² FERMI, Enrico. *Artificial radioactivity produced by neutron bombardment*. Nobel Lecture, December 12, 1938. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1938/fermi-lecture.pdf>

²³³ Conforme o discurso de apresentação do prêmio Nobel de química, de 1951, proferido por A. Westgren, que consta de *Nobel Lectures, Chemistry 1942-1962*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964, disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1951/press.html>, *Nobelprize.org*.

²³⁴ Cabe ressaltar que o campo de pesquisas em física nuclear era visto como estratégico durante o período retratado. A iminência da Guerra produzia uma enorme demanda por tecnologia e inovação. Os primórdios da física nuclear estão marcados por controvérsias e polêmicas. Um trabalho que nos permite problematizar tal questão foi elaborado pelos antropólogos Laura Nader e Hugh Gusterson: *Nuclear Legacies: arrogance, secrecy, ignorance, lies, silence, suffering, action in Half-Lives and Half-Truths: Confronting the Radioactive Legacies of the Cold War*. Barbara Rose Johnston, ed. Santa Fe: School for Advanced Research Press, 2007. p. 306. Os autores chamam a atenção para o fato de que no início dos anos 40 os experimentos sobre os efeitos da radiação sobre seres humanos não obedeciam a critérios mínimos de segurança e foram realizados em diversas partes do mundo, colocando populações em risco.

acima, Strassmann e Hahn parecem indicar que os produtos dos experimentos de Fermi não eram novos elementos transurânicos, mas resultados de fissão nuclear.

Na verdade, conforme relata Weizsäcker em carta à *Nature*, Hahn sempre fora muito cauteloso em relação à possibilidade de ter descoberto a fissão nuclear. A primeira vez que Weizsäcker ouvira tal possibilidade foi em um telefonema entre ele e Hahn, ocorrido em 1938, em que Hahn, como químico, o consultara, por ser um físico teórico, acerca da possibilidade de fissão (WEIZSÄCKER. 1996, p. 294)²³⁵. A cautela de Hahn não era indevida. Quando este comentou o assunto com Lisa Meitner, de acordo com Weizsäcker, ela considerou a possibilidade como algo *non sense*. Para Meitner, resultados que indicavam que o núcleo poderia ser cindido deveriam estar errados. Hahn e Strassmann repetiram o experimento de Joliot, que bombardeara urânio com nêutrons gerando produtos interpretados por ela como radioisótopos. Os resultados experimentais de Hahn e Strassmann convenceram Meitner: “O. Hahn e Strassmann F. descobriram um novo tipo de reação nuclear, a divisão em dois núcleos menores dos núcleos de urânio e tório sob bombardeamento de nêutrons” (MEITNER; FRISCH. 1939). Como física teórica, em parceria com Frisch, ela elaborou a representação teórica “correta” do fenômeno²³⁶.

O interessante, fato que reforça a importância dos erros no desenvolvimento da ciência, é que o trabalho de Meitner se utilizou do modelo nuclear de Bohr (WEIZSÄCKER. 1996, p. 294). O modelo de Bohr, embora hoje seja considerado ultrapassado, permitiu o avanço em diversas áreas da física. Enfim, o argumento de Weizsäcker é que, embora a concessão do Nobel de química a Hahn em 1945 pela descoberta experimental da fissão seja justa, seria igualmente importante que Meitner recebesse o Nobel de física, por ter fornecido as bases teóricas que elucidam o processo²³⁷.

A descoberta da fissão por Hahn e Strassmann pode ser problematizada. Ora, Joliot, como ficou claro na própria carta de Weizsäcker, realizou seus experimentos antes de Hahn, e exerceu sobre este e Strassmann uma inegável influência. Latour lembra que em 1939 Joliot

²³⁵ WEIZSÄCKER, Carl Friedrich. *Hahns's Nobel was well deserved*. Nature. Vol. 383. 1996. p. 294.

²³⁶ MEITNER, Lisa; FRISCH, Otto R. *Products of the Fission of the Uranium Nucleus*. Nature, 143, 1939. 471-472.

²³⁷ De acordo com Salomon (2005), o erro do comitê do Nobel em nunca reconhecer que o trabalho teórico de Meitner foi fundamental para o entendimento conceitual da descoberta de Hahn vem sendo objeto de muitos estudos em história da ciência. Para saber mais: MIZRAHI, Salomon. *Mulheres na Física: Lise Meitner*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, 2005. p. 491 – 493.

também publicou na *Nature* um artigo tratando da questão da fissão nuclear²³⁸. De acordo com Latour, foi o trabalho de Joliot que criou aquele programa de pesquisa, impactando diretamente os cientistas alemães:

Joliot publicou um artigo na revista científica *Nature*, em abril de 1939, alegando que se podia criar 3,5 nêutrons por fissão. Ao ler este artigo, os cientistas na Alemanha, [como Hahn e Strassmann], Inglaterra e União Soviética tiveram uma atitude comum: reorientaram suas pesquisas com o objetivo de realizar aquela reação em cadeia [grifo nosso] (LATOURE. p. 494)²³⁹

Se a fissão fora descoberta pelo grupo alemão ou francês, o fato é que Fermi, em 1934, já estava produzindo fissão nuclear em seus experimentos, sem se dar conta disso, há pelo menos cinco anos. Por que Fermi não reconheceu os produtos observados em 1934 como oriundos de fissão nuclear? Será que faltava ao grupo de Fermi uma teoria da fissão que os permitisse “enxergar” como fissão o resultado de seus experimentos? Faltava ao grupo os meios para conectar logicamente a descoberta ao conhecimento canônico de sua época? Isso pode nos levar a questões importantes acerca da relação entre teoria e experimento. Todo experimento pressupõe uma teoria? Na falta de uma teoria, Fermi não pôde identificar os elementos observados como produtos de fissão, tal como o nativo de uma ilha perdida no pacífico não pode identificar um navio quando é o primeiro de sua gente a observar um? (HACKING, 2012)²⁴⁰. Essa concepção parece incompatível com a interpretação de Weizsäcker, de acordo com a qual, primeiro, Hahn e Strassmann produziram empiricamente um caso de fissão, depois, Meitner desenvolveu um modelo teórico representando o processo. Afinal, se em boa parte dos casos os experimentos são pensados para testar teorias, ou, se pressupõem teorias (Hanson, 1979)²⁴¹, no caso em questão o experimento parece ter antecedido a teoria, tendo esta sido desenvolvida para “explicar” os fatos observados à luz do conhecimento canônico, ou seja, por meio de um modelo teórico aceitável.

²³⁸ HALBAN, H; JOLIOT, F; KOWARSKI, L. *Number of Neutrons Liberated in the Nuclear Fission of Uranium*. *Nature*. 1939. 143, 680-680.

²³⁹ LATOUR, Bruno. *Joliot: l'Histoire et la Physique Mêlées* in SERRES, M (Org.) *Eléments d'histoire des sciences*. Paris: Bordas, 1989. pp. 493-513. Disponível em: <<http://www.bruno-latour.fr/node/275>>. Vale ressaltar que o artigo que citamos de Hahn e Strassman foi publicado na *Naturwissenschaften* em janeiro de 1939, tendo sido precedido por outro artigo, de 1938, ao passo que o artigo referido por Latour foi publicado na *Nature* em Abril de 1939, portanto, dois meses após o artigo de Hahn-Strassmann.

²⁴⁰ HACKING, I. *Representar e Intervir*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2012. pp. 241-277.

²⁴¹ HANSON, Norwood R. Observação e interpretação, In: MORGENBES-SER, S. *Filosofia da ciência*. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 133.

3.4 Fermi e os transurânicos

Entre 1933 e 1938, houve uma série de identificações de produtos do bombardeamento do urânio por nêutrons. Tais novos elementos foram apresentados como transurânicos, com número atômico superior a 92.

Foi o cientista italiano, Enrico Fermi, em especial, quem percebeu pela primeira vez a grande importância que os nêutrons desempenham na produção de reações nucleares: Fermi e seus colegas de trabalho irradiaram praticamente todos os elementos da Tabela Periódica com nêutrons, produzindo também inúmeros elementos radioativos artificiais. (...) Fermi inferiu a produção dos chamados transurânicos, com número atômico 93, que não é conhecido naturalmente, e até mesmo de um elemento ainda mais pesado, o 94 (HAHN. 1946, p. 55)²⁴².

Em 1938 Fermi foi Laureado com o Nobel de Física, por ter demonstrado a “*existência de novos elementos radioativos produzidos pela irradiação de nêutrons*” e pela descoberta correlata sobre como nêutrons lentos produzem reações nucleares (HOOK. 2007, p. 204). Desde 1934 Fermi publicara artigos sobre a possibilidade de elementos transurânicos.

Temos aqui um problema realmente interessante. O grupo de Fermi bombardeou nêutrons contra urânio e não observou, pelos métodos da química analítica, produtos que pudessem ser classificados como urânio ($Z=92$), ou com elementos próximos com número atômico inferior, tais como 91, 90, 89, 88. Excluindo algumas opções, como 87 e 86, por possuírem “*desconhecidos comportamentos químicos*” eles continuaram sondando outras possibilidades, como 83 e 82, bem abaixo de ($Z=92$), mas não encontraram nada. Fermi considerou que seria mais simples que os produtos gerados tivessem números atômicos superiores a 92:

A **interpretação mais simples** e consistente com os fatos conhecidos é assumir que as [atividades observadas] são produtos em cadeia, provavelmente com números atômico(s) 92, 93, 94 respectivamente. [grifo nosso] (FERMI apud HOOK. 2007, p. 205)²⁴³.

A vindicação de Fermi da existência de elementos transurânicos com número atômico superior a 92 foi motivada por alguns fatores, dentre os quais se destaca o pressuposto metafísico de simplicidade. Se o número de partida era 92, seria muito mais simples que o

²⁴² HAHN, Otto. *From the natural transmutations of uranium to its artificial fission*. Nobel Lectures, Chemistry 1942-1962, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964. Disponível em: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1944/hahn-lecture.pdf

²⁴³ HOOK, Ernest B. *Dissonância interdisciplinar e prematuridade in Prematuridade na descoberta científica: sobre resistência e negligência*. Gita K. Guinsburg (Trad.). São Paulo: Perspectiva, 2007.

produto observado fosse 93 do que 83, por exemplo. No primeiro caso, temos um elemento transurânico com 1 número atômico acima de ($Z=92$), no outro, temos ($Z=83$), o bismuto, 9 números abaixo de 92. A simplicidade lógica de uma teoria que admitisse produtos com números 93 e 94, por exemplo, seria maior do que de uma teoria que tivesse que admitir produtos com números muito abaixo de 92.

Deste modo Fermi interpretou o resultado de suas observações tendo o pressuposto de simplicidade lógica das teorias como força de orientação. Contudo, o compromisso de Fermi com o pressuposto de simplicidade o levou ao erro. Na história da ciência, outros casos podem ser citados para ilustrar momentos em que os pressupostos metafísicos, tão necessários e inevitáveis que são à pesquisa, acabam gerando o feito contrário, inibindo o desenvolvimento da investigação. Aristóteles e Ptolomeu, pressupondo que a natureza deveria ser perfeita e bela, elaboraram um sistema astrofísico geocêntrico com órbitas circulares perfeitas. Foi preciso muito tempo até que Hypatia de Alexandria tivesse a ousadia intelectual de conjecturar a possibilidade de órbitas elípticas em um sistema heliocêntrico, e mais tempo ainda até que Kepler verificasse a elipticidade da órbita de Marte²⁴⁴.

Em 1917, um novo trabalho de Einstein foi publicado²⁴⁵, defendendo a possibilidade de estudarmos o universo como um “objeto” geométrico único, passível de ser abordado em sua totalidade. Nascia, então, a cosmologia enquanto ciência moderna²⁴⁶. Em 1920, Alexander Friedmann demonstrou como derivar um modelo de universo dinâmico, em evolução, a partir das equações da Teoria da Relatividade Geral. No modelo de Friedmann, o universo, que hoje se encontra em expansão, apresentou uma singularidade inicial com todo o espaço-tempo compactado em um raio zero com densidade de energia infinita²⁴⁷. Einstein percebera que as equações relativísticas implicavam um universo dinâmico, mas introduziu em sua teoria um

²⁴⁴ No sistema ptolomaico, a simplicidade era sacrificada no altar da beleza, os estudos de Kepler, por sua vez, sacrificaram a beleza (ao menos no sentido do ideal antigo) no altar da simplicidade. Claro que havia outros elementos, metafísicos e éticos, em jogo, afinal, o que se disputava era uma concepção de mundo, uma visão de natureza. Lembramos que na antiguidade Aristarco também propusera a hipótese heliocêntrica.

²⁴⁵ EINSTEIN, Albert. Considerações Cosmológicas sobre a Teoria da Relatividade Geral. In: *O Princípio da Relatividade*. 3. ed. Tradução Mário José Saraiva. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983. p. 225-241.

²⁴⁶ Esta é a posição defendida por Marcelo Byrro Ribeiro e Antonio Augusto Passos Videira em: RIBEIRO, Marcelo; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Cosmologia, uma ciência especial? Algumas considerações sobre as relações entre cosmologia moderna, filosofia e teologia. In: CRUZ, Eduardo R. da (Org.). *Teologia e Ciências Naturais*. São Paulo: Paulinas, 2011. p. 162-195. João E. Steiner, por sua vez, considera que existem a cosmologia científica e cosmologias tradicionais não-científicas. A cosmologia científica teria nascido com a física contemporânea, enquanto as cosmologias tradicionais existem em diversas culturas há milhares de anos. Outros autores, todavia, sustentam que tais narrativas tradicionais são cosmogonias, especulações acerca da origem do universo, e não-cosmologias. Ver: STEINER, João E. A origem do Universo. *Revista de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Estud. av.*, São Paulo, v.20, n.58, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142006000300022>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

²⁴⁷ NOVELO, M. *Do Big Bang ao universo eterno*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010.

termo, a constante cosmológica Λ , com a função de neutralizar a expansão, revelando uma imagem estática, eterna e imutável do universo. Mas porque teria agido de tal forma? Para o físico, filósofo e historiador da ciência, Max Jammer, somente fatores religiosos e filosóficos influenciariam Einstein²⁴⁸:

Se tivesse havido tais ingredientes extrafísicos na construção einsteiniana da Teoria da Relatividade, eles não poderiam ter sido sociológicos ou políticos – como afirmou Feuer, por exemplo – mas somente filosóficos ou religiosos, talvez, no sentido da definição einsteiniana desse termo (JAMMER. 2011, p. 33)²⁴⁹.

Sua religiosidade filosófico-espinosista, de acordo com Jammer, pode ter sido importante para Einstein na elaboração da constante cosmológica Λ , uma hipótese *ad hoc*: “Houve quem sugerisse que ele tivesse cometido esse erro crasso por ter sido influenciado por Espinosa, que havia declarado em sua *Ética* que Deus é imutável”²⁵⁰.

Terá Fermi realmente proposto a existência dos transurânicos motivado pelo pressuposto de simplicidade? Apesar da importância de outros fatores, acreditamos que podemos responder afirmativamente, embora com cautela: de certo, o pressuposto de simplicidade assumido por Fermi teve alguma influência. Mas quais outros fatores podem ter contribuído? Em 1939 a sustentação da existência dos transurânicos havia se tornado difícil. Na mesma semana de 12 de dezembro de 1938, enquanto Fermi recebia o Nobel, Strassmann e Hahn concluíam seu trabalho sobre a fissão nuclear, o que provocaria a rejeição dos transurânicos de Fermi posteriormente. O grupo de Fermi terá persistido na defesa dos transurânicos, mesmo após a apresentação de teorias rivais, por conta de seu forte apego à simplicidade, tal como os aristotélicos defendiam o modelo das esferas concêntricas por sua convicção de que a natureza deveria expressar a perfeição dos círculos? Tal como Einstein pode ter proposto a constante cosmológica Λ por sua crença na imutabilidade do universo em

²⁴⁸ Peter Galison parece oferecer interpretação totalmente contrária acerca das motivações de Einstein e dos cientistas em geral. Galison minimiza a importância de motivações metafísicas e religiosas e defende que os cientistas são influenciados, sobretudo, pelo trabalho cotidiano em seus laboratórios, interesses, pressões e ambiente institucional, bem como por fatores políticos e sociais. Ver: GALISON, Peter. *Os relógios de Einstein e os mapas de Poincaré*. Lisboa: Gradiva, 2005. p. 231.

²⁴⁹JAMMER, Max. *Einstein e a religião: Física e Teologia*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011. p.33. Jammer não se compromete com a correção de tais hipóteses, mas não as ignora. Em *Einstein e a religião: física e teologia*, ele levanta e discute tais possibilidades.

²⁵⁰ Espinosa (1957, p. 38), na *Ética*, corolário 2 da proposição 20, parte I, sustenta que “Deus é imutável”, ou seja, que o universo é imutável; logo, não poderia ser dinâmico. Ver: SPINOZA, Baruch. *Ética*. Tradução Lívio Xavier. São Paulo: Atena, 1957. p. 38. Proposição semelhante encontramos em *Breve Tratado de Deus, do Homem e de seu bem estar* onde Spinoza afirma que “as essências de todas as coisas são desde a eternidade e permanecerão imutáveis por toda a eternidade”. Ver: ESPINOSA, Baruch. *Breve tratado de Deus, do homem e de seu bem estar*. Emanuel Angelo da Rocha Fragoso; Luís César Guimarães Oliva (Trad.). Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014. p. 49.

escala global?

É preciso repetir a questão que fizemos acima. Por que Fermi não reconheceu os elementos das observações de 1934 como produtos de fissão nuclear, com número atômico bem abaixo de ($Z=92$)? Vamos trabalhar com duas hipóteses. A primeira hipótese é a seguinte: (1) Fermi não poderia ter observado produtos de fissão nuclear com número atômico baixo, porque o trabalho de Strassmann e Hahn sobre fissão viria a ser concluído somente cinco anos depois. Essa resposta seria aquela de acordo com a qual não há observação sem pressuposição teórica. Fermi não “viu” produtos de fissão nuclear, porque não havia uma teoria da fissão nuclear por meio da qual ele pudesse “ver” tal coisa. A segunda resposta seria aquela que apelaria para a força do pressuposto de simplicidade; (2) Fermi buscou a resposta mais simples para o problema que se apresentava, e a resposta mais simples era a vindicação da possibilidade de existência de elementos transurânicos. Ou seja, mesmo que Fermi considerasse a possibilidade de fissão, ele a negaria por ser uma complicação teórica, ao passo que ele buscava sua simplificação.

3.5 Ida Tacke Noddack e a proposta de fissão ainda em 1934

A primeira hipótese é insustentável, ao que parece, e não nos resta outra escolha a não ser rejeitá-la. A química analítica alemã, Ida Tacke Noddack, publicou na revista alemã *Angewandte Chemie*²⁵¹, pouco tempo depois do trabalho de 1933-34 de Fermi, um artigo que apresenta uma alternativa à existência dos elementos transurânicos. Noddack não usa o termo “fissão nuclear”, mas explica o processo, antecipando os resultados de Strassmann e Hahn. Para Fathi Habashi, Noddack considerou, antes que qualquer outro cientista o fizesse, a possibilidade da fissão nuclear, sendo verdadeiramente aquela que descobriu e elaborou uma teoria do fenômeno, bem antes de Hahn e Strassmann, Meitner e Frisch²⁵². O argumento de Noddack é muito claro e está diretamente dirigido aos trabalhos de Fermi. De acordo com ela,

²⁵¹ NODDACK, Ida. *Das Periodische System der Element und Seine Lücken*. *Angew. Chem.* 47. 1934, pp. 301-305.

_____. *Über das Element 93*. *Angew. Chem.* 47. 1934, pp. 653-655.

²⁵² Ver “Ida Noddack and the missing elements” na página da Royal Society of Chemistry, por HABASHI, Faith. Disponível em <http://www.rsc.org/education/eic/issues/2009March/ida-noddack-rhenium-nuclear-fission.asp>. Acesso em 15/04/2015.

ao invés de considerarmos a produção de elementos transurânicos, podemos conceber que nêutrons, ao bombardear o núcleo atômico, podem produzir desintegrações nucleares, gerando o rompimento do núcleo em diversos fragmentos que seriam isótopos de elementos conhecidos (HOOK. 2007, p. 2010).

Quando núcleos pesados são bombardeados por nêutrons, seria razoável imaginar que eles se fragmentam em várias partes, que são isótopos de elementos conhecidos, mas não são vizinhos dos elementos bombardeados (NODDACK apud. RAYNER-CANHAM; RAYNER-CANHAM. 1997, p. 222)²⁵³.

É corrente o entendimento de que Fermi tomou conhecimento da descoberta da fissão e de uma teoria que a explicasse somente em 1938-1939. É o que narra Samuel Allison na biografia de Fermi da academia nacional de ciências norte americana:

Duas semanas depois da chegada de Fermi na Universidade de Columbia, em janeiro de 1939, o professor Niels Bohr chegou de Copenhagen, trazendo a notícia da descoberta da fissão do urânio pelo método do bombardeamento com nêutrons. (ALLISON. 1957, p. 130)²⁵⁴

Todavia, como defende Habashi, desde 1934 a fissão era conhecida pela comunidade científica por meio do trabalho de Ida Noddack. Parece, portanto, que é muito plausível afirmar que, entre 1934 e 1939, Fermi possuía sim a teoria que lhe possibilitaria “ver” os elementos observados por seu grupo como produtos de fissão, e não como novos elementos com número atômico maior que 92. Ainda assim, ou realmente não viu, ou se negou a ver. Ou viu, e ignorou a visão. A historiografia do caso parece sugerir que Fermi conhecia o trabalho de Noddack durante aqueles anos, e mesmo assim não o levou em conta, pelo que persistiu no movimento de “descoberta” de novos transurânicos. O trabalho de Noddack não era desconhecido, e o grupo de Fermi estava longe de ser mal informado. É possível, mas pouco provável, que Fermi não tomou conhecimento do mesmo.

Por que o trabalho de Noddack não foi apreciado em sua época? Por que a história da fissão nuclear, por certo tempo, omitiu a importância de Noddack? Por que Fermi ignorou a hipótese de fissão nuclear de Noddack e continuou defendendo os transurânicos?²⁵⁵ Podemos oferecer duas respostas, *grosso modo*. A primeira é que Fermi não ignorava o trabalho de

²⁵³ RAYNER-CANHAM, M; RAYNER-CANHAM, G, W. *Devotion to Their Science: Pioneer Women of Radioactivity*. Québec: McGill-Queen's Press, 1997. Nesta obra há um capítulo escrito por Faith Habashi dedicado a Ida Tacke Noddack, “que propôs a fissão nuclear”.

²⁵⁴ ALLISON, S. *Enrico Fermi, 1901—1954*. Washington D.C: National Academy of Science, 1957.

²⁵⁵ Motivos aparentemente triviais também são mencionados na literatura. De acordo com a reconstrução histórica de Laura Fermi, esposa de Fermi, este não chegou à fissão nuclear, por pura “falta de imaginação”. Ver: FERMI, Laura. *Atoms in the family*. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 157.

Noddack, mas não o levou em conta por razões epistêmicas. Aqui, insistimos na hipótese da simplicidade. Fermi, mesmo após tomar conhecimento do trabalho de Noddack, considerava que a existência dos novos elementos constituía uma explicação mais simples e, portanto, uma economia de pensamento. Em 1977, Edoardo Amaldi, um dos colaboradores de Fermi, sustentou que:

Sugestão de Noddack fora apressadamente posta de lado porque envolvia um tipo completamente novo de reação: a fissão. Enrico Fermi, e todos nós que fomos educados na sua escola o seguimos, mostrou-se sempre muito relutante em invocar novos fenômenos tão logo algo fosse observado. (AMALDI, 1989, p. 15)²⁵⁶.

Ou seja, Fermi se orientava pelo princípio de simplicidade e buscava aplicar a economia de pensamento ao seu trabalho. Todavia, como já frisamos, neste caso específico, se esta realmente foi a sua motivação, o compromisso com a simplicidade o impediu de promover avanços, fazendo-o propor uma ideia que se revelaria insustentável. Claro que essa conclusão pode ser problematizada, até mesmo porque podemos nos perguntar se Fermi realmente escolheu a abordagem mais simples, afinal, o que é mais simples? Propor a fissão de entidades físicas que sabemos existir, ou a existência de novas entidades teóricas para explicar os imprevistos de nossas observações? Ao fim e ao cabo, parece que podemos interpretar a posição de Fermi por outro viés, como se ao invés de ter feito economia de pensamento, Fermi tivesse realizado o oposto, multiplicando hipóteses ao postular novos elementos, enquanto foi Noddack que realmente tomou o caminho mais simples, partindo do observável, o ($Z=92$), e pressupondo que este poderia se desintegrar em isótopos observáveis de elementos igualmente observáveis. De um lado, Fermi postula entidades novas, de outro, Noddack postula reações novas. Não pretendemos, em último caso, defender qual imagem é de fato a mais simples – o que realmente importa é que Fermi talvez tenha feito o que fez, mesmo que estivesse equivocado, por considerar que era a sua teoria que satisfazia este critério. A razão para Fermi ter rejeitado a solução de Noddack seria, portanto, de ordem epistêmica e, em última instância, motivada por uma *metafísica como força de orientação*: a economia de pensamento, a pressuposição de que a natureza sempre “escolhe” a conformação mais simples.

Se tomarmos os pressupostos epistêmicos como aqueles que são logicamente necessários para o desenvolvimento das teorias, e como é possível desenvolver teorias que nos permitam representar a natureza e fazer previsões corretas, mesmo que sejam complicadas, mesmo que não sejam belas, então teremos que concordar que tanto a

²⁵⁶ AMALDI, Edoardo. *The Prelude to Fission*. In: J. W. Beherens & A. D. Carlson (eds). *Fifty Years with Nuclear Fission*. La Grange Park: American Nuclear Society.

simplicidade quanto a beleza parecem ser logicamente desnecessárias (apesar de altamente desejáveis) para o desenvolvimento das teorias, de modo que não podemos dizer, a partir desta definição específica dos pressupostos epistêmicos, que a simplicidade seja um destes. Sendo assim, se Fermi rejeitou a teoria de Noddack, por considerar que a sua era mais simples, então suas razões não foram epistêmicas – embora permaneçam sendo metafísicas.

Todavia, podemos conceber uma saída para assegurar que sempre que uma teoria é escolhida em detrimento de outra por conta de sua simplicidade, uma razão epistêmica esteja operando: é preciso definir que há uma diferença entre pressupostos epistêmicos e aspectos epistêmicos das teorias. Os pressupostos epistêmicos de uma teoria são tudo aquilo que deve estar previamente posto para que a teoria seja desenvolvida, e por isso, os pressupostos são entendidos como logicamente necessários. Os pressupostos de objetividade e ordenamento do real, por exemplo, são como fundamentos metafísicos das teorias. É porque eles são assumidos de antemão que as teorias tratam de seus objetos e das relações que os determinam. Já os aspectos epistêmicos das teorias são tudo aquilo que está presente na elaboração, no conteúdo, na justificação da teoria, embora não sejam logicamente necessários. A simplicidade, a beleza, a elegância, não são pressupostos epistêmicos, mas são aspectos epistêmicos das teorias. Isto porque, embora não sejam logicamente necessários, são desejáveis e estão presentes em quase todas as fases da teoria, das motivações presentes em sua elaboração e defesa aos seus conteúdos propriamente ditos. Ou seja, simplicidade e beleza, por exemplo, constituem uma *metafísica como força de orientação*, pois embora não sejam logicamente necessárias, são aspectos epistêmicos que guiam a pesquisa científica, constituindo uma espécie de ideal – deste modo, são também valores, compondo parte do *ethos* das práticas científicas. Sendo assim, podemos ainda dizer que Fermi rejeitou o trabalho de Noddack por conta de razões epistêmicas.

A segunda resposta para o problema posto, ‘Por que Fermi ignorou o trabalho de Noddack e continuou defendendo os transurânicos?’, é aquela que alega que as motivações de Fermi não foram epistêmicas – teóricas ou experimentais. Por que tal resposta é interessante? Por que serve para ilustrar como aspectos extraepistêmicos podem influenciar os processos de rejeição de teorias, demonstrando que, em ciência, a fronteira entre o interno e o externo nem sempre é visível, quiçá, nem mesmo possível. Teorias são afirmadas e rejeitadas por meio de processos complexos que envolvem fatores metafísicos, epistêmicos, axiológicos, sociais, antropológicos, políticos, econômicos e ideológicos. Ao contrário do que Lacey sustenta, de que os valores estão presentes somente nas fases de (1) escolha de estratégias e (3) aplicação das teorias, mas não em (2) desenvolvimento das teorias, a hipótese de que Fermi rejeitou, ou

ao menos ignorou o artigo de Noddack motivado por razões extraepistêmicas nos sugere que os valores podem impactar diretamente o conteúdo da pesquisa científica, deixando marcas internas nas teorias. Mas não somente valores, como também “contra-valores” estão presentes. Crenças pessoais, preconceitos, desconfiança, interesses políticos e sociais, todos esses elementos poderiam ser detectados nas teorias. No plano ideal, somente valores deveriam estar presentes, mas no plano factual, os contra-valores também exercem influência.

No caso de Fermi e Noddack, várias possíveis razões extraepistêmicas são aventadas por Ernest B. Hook para explicar a rejeição. Hook considera a hipótese de preconceito de gênero, mas a descarta de imediato. Afinal, Marie Curie havia morrido em 1934 após ser laureada com dois prêmios Nobel. O mesmo prêmio havia sido concedido à sua filha Irene em 1935, e Lisa Meitner era, já naqueles meados dos anos 30, uma cientista reconhecida internacionalmente. Outro possível tipo de preconceito seria de ordem pessoal e política. Noddack era considerada arrogante e áspera, realmente impopular, além de estar envolvida com o nazifascismo na Alemanha. Hook considera insuficiente a antipatia pessoal como explicação do motivo do trabalho de Noddack ser ignorado.

A mera menção da possibilidade de rejeição do trabalho de Noddack, por suas inclinações políticas ou por sua antipatia, contudo, é suficiente para nos lembrar de que a ciência é feita por seres humanos de carne e osso, com seus afetos, amizades, inimizades, medos e limitações. Se o temperamento de Alan Turing, por um lado, quase colocou tudo a perder durante o desenvolvimento de sua famosa máquina durante a segunda guerra mundial, por outro lado, foi um fator importante que o moveu na direção dos desenvolvimentos básicos para sua viabilização²⁵⁷. O temperamento de um homem de ciência sem dúvida é um elemento importante a ser levado em conta quando nos perguntamos por que ele publicou ou deixou de publicar determinados trabalhos e porque rejeitou ou apreciou determinadas teorias. Não é somente a axiologia, mas também a psicologia da pesquisa científica que devemos considerar. Na realidade, o que pretendemos dizer é que metafísica, epistemologia, axiologia, antropologia, sociologia e psicologia da pesquisa científica são instâncias interligadas que se

²⁵⁷ Para acessar artigos de autoria de Turing e sobre Turing, documentos, manuscritos, correspondências, relatórios e biografias sobre o matemático, recomendo os arquivos Alan Turing: <<http://www.turingarchive.org/>>

influenciam mutuamente. Kurt Gödel era introspectivo, tímido e retraído²⁵⁸. Talvez isso possa ajudar a explicar por que publicou tão pouco para alguém com tamanho potencial. Mesmo sendo um amante da filosofia, e tendo escrito muitos textos filosóficos, a imensa maioria destes não foi publicada enquanto Gödel estava vivo²⁵⁹. É muito provável que sua personalidade introvertida tenha contribuído para tanto. Desta forma, o lógico não se expôs, preservando ao máximo sua delicada e frágil zona de segurança pessoal. A metafísica de Gödel, todavia, também se faz presente em suas publicações, ou em seus trabalhos não publicados, como sua prova ontológica²⁶⁰ e seu argumento da imortalidade da alma²⁶¹. Não parece de todo implausível, portanto, que a personalidade de Noddack tenha sido um fator contribuinte para a não apreciação de seu trabalho (como, de acordo com Stent, teria ocorrido com Avery e Mendel, por exemplo), embora concordemos com Hook que só isso parece ser insuficiente para o completo entendimento do caso.

Uma possibilidade ainda mais plausível para arejeição do trabalho de Noddack também foi aventada por Hook²⁶²: a química alemã poderia sofrer, na época, um forte preconceito em relação à sua reputação científica, ou poderíamos dizer; uma desconfiança em relação ao seu caráter. Em outras palavras, em muitos círculos, Noddack poderia não ser vista como alguém confiável. Em 1925, Ida Noddack, Walter Noddack e Otto Berg, então empregados no laboratório de Walter Nerst, anunciaram a descoberta dos elementos 43 (Ma) e 75 (Rh). O clima na comunidade científica da época foi dominado pelo ceticismo. Este foi reforçado e evoluiu para a desconfiança total quando o grupo não apresentou as evidências que corroboravam a descoberta do elemento 43. As chapas originais dos raios x nunca se tornaram públicas (se é que existem) e os químicos não conseguiram reproduzir quantidades analisáveis do elemento. Quando, em 1937, Perrier e Sègre comunicaram a produção artificial do elemento 43, a desconfiança aumentou, porque muitos químicos entenderam, a partir daqueles experimentos, que as quantidades anunciadas pelos Noddack doze anos antes não

²⁵⁸ Publicações de e sobre Gödel podem ser consultadas no *The MacTutor History of Mathematics archive* da *School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews Scotland*, disponível em <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/index.html>> Para maiores detalhes sobre a vida e obra de Gödel, ver o verbete escrito por Gregory H. Moore sobre o mesmo em *Complete Dictionary of Scientific Biography*, no qual acerca de sua personalidade, se lê: “Gödel’s personality was idiosyncratic. Shy and solemn, short and slight of build, he was very courteous but lacked warmth and sensitivity. Since he was very much an introvert (...)”. Disponível em: <http://www.encyclopedia.com/topic/Kurt_Godel.aspx. Acesso em 24/04/2015.>

²⁵⁹ Ver o artigo sobre Gödel no *Dicionário de biografias científicas*. Benjamin C, editor. Rio de Janeiro: Contraponto; 2007.2.696 pp.

²⁶⁰ Idem

²⁶¹ Idem.

²⁶² HOOK, E.B. Op. cit. p. 212.

eram exequíveis. A tabela periódica refletiu a compreensão da época, e o elemento 43, batizado pelos Noddack e por Berg de “masúrio”, passou a ser chamado de “tecnécio” (Tc). É como se a correção da tabela periódica corrigisse também a história, fazendo justiça aos autênticos descobridores do 43.

William Clifford sustentara que a comunidade científica possui um *ethos* próprio, interno, fruto da natureza de sua prática, e fundamentado nas relações de solidariedade, confiança e honestidade entre os cientistas. Leonardo Miguel nos lembra de que, para Clifford, o *ethos* científico é indispensável à realização da ciência: sem ele, ela não pode se desenvolver. O matemático vitoriano concebia o cientista como um modelo de virtude para toda a sociedade²⁶³. A ciência, portanto, poderia, além de tudo, ser também um elemento orientador da vida. A axiologia da pesquisa científica presente na concepção de ciência de Clifford assemelha-se àquela desenvolvida por Bronowski. O biólogo polonês pensava que os valores inerentes da ciência eram condições de possibilidade da mesma, e que dentre tais valores, se destacava o “hábito da verdade”²⁶⁴. A questão do *ethos* da pesquisa científica é de suma importância desde as origens da filosofia da ciência com William Whewell. Este, aliás, é um autor emblemático para pensarmos as diferenças entre os modos epistemicista e utilitarista de produção do conhecimento. Já no século XIX, Whewell percebera a transição que ocorria na ciência e buscou “evitar as tendências utilitarista, instrumental e especializada de produção do conhecimento e tecnologia” (MIGUEL. 2012, p. 21)²⁶⁵. Essa postura era evidentemente condizente com sua concepção acerca do valor da ciência:

Afinal, antes de ser um meio para o progresso material, a ciência, para Whewell, era uma empreitada vocacional, de caráter espiritual, que implicaria o engajamento e a responsabilidade do praticante em relação a determinados valores sociais. (MIGUEL. 2012, p. 22)

Para Leonardo Miguel (2012), Whewell considerou a questão acerca do sujeito da pesquisa científica, daquele indivíduo que faz a ciência. O cientista deveria ser um homem de caráter, porque a credibilidade da ciência não decorreria apenas de seu conteúdo epistêmico, mas também do seu *ethos*. O conhecimento científico seria fruto de uma forma de comportamento específica, de uma determinada “atitude” frente à vida. Podemos dizer, por

²⁶³ MIGUEL, L. R. *Pensamento Científico, Integridade de Caráter e Coletividade: uma leitura sobre a ética da ciência de William Kingdon Clifford*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011.

²⁶⁴ BRONOWSKI, J. *Ciência e Valores Humanos*. Alceu Letal (Trad.) São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. p. 50.

²⁶⁵ MIGUEL, L. R. *William Whewell: as motivações e os objetivos de um filósofo da ciência* in *Perspectivas contemporâneas em Filosofia da Ciência*. Antonio Augusto Passos Videira (Org.). Rio de Janeiro: Eduerj, 2012. pp. 14-43.

nossa vez, que se o anúncio da descoberta dos elementos 43 e 75, feito por Noddack em 1925, foi realmente um engodo, esta, mais do que praticar uma ação moralmente condenável, produziu anticiência. Sua ação quebrou os laços de confiança que sustentam o *ethos* científico, nas palavras de Clifford, traiu o hábito da verdade como motor principal da ciência, como diria Bronowski, depôs contra a credibilidade não somente de seu trabalho, mas contra a credibilidade da ciência em si, se levamos as palavras de Whewell às últimas consequências. Ao tentar fazer ciência sem o seu devido *ethos*, Noddack teria feito não-ciência e comprometido a legitimidade da ciência perante a sociedade. Seria extremamente plausível, portanto, que Fermi tivesse ignorado seu trabalho, não por seu conteúdo, mas por ter sido produzido por alguém que traía o *ethos* da pesquisa científica em outra oportunidade, perdendo, assim, credibilidade. Afinal, de acordo com Whewell, não é somente o conteúdo da pesquisa que importa, mas *aquela* que a realiza.

O que levou Noddack a produzir o engodo com seus colaboradores (se de fato o produziu)? A busca por *status*, a pressão produtivista por resultados, a corrida frenética pelo novo? Seja o que for, quando a ciência é despida de uma metafísica como força de orientação, de uma boa resposta para a questão “qual é o valor da ciência?”, ela também se encontra desprovida de um *ethos* adequado. Se o desejo por produção, progresso material, *status* profissional, inovação, pesam mais na balança do que a paixão por compreensão, distorções deste tipo podem ocorrer com mais frequência. É claro que engodos sempre estiveram presentes na história da ciência²⁶⁶, mas talvez muito mais pela fraqueza de caráter de alguns personagens, do que pela configuração global do espírito da época. Isto é, ao longo de toda a história da ciência, a ciência teve casos de engodo, mas hoje, uma crítica dura, mas não menos verdadeira por isso, seria que a configuração da pesquisa no cenário global cria um ambiente favorável ao enfraquecimento do *ethos* (Cf. Reis. 2012)²⁶⁷ e ao engodo.

Autores como Camargo e Mendonça (2012)²⁶⁸ vão além e problematizam a questão: A criação deste ambiente utilitarista e que relativiza o *ethos* é favorável a práticas que enfraquecem a axiologia da pesquisa científica, gerando distorções, conflitos, disputas e desigualdades na produção global da ciência.

Alguém poderia confundir a crítica aos valores dos modelos hegemônicos de produção

²⁶⁶ Para mais detalhes, ver: TROCCHIO, F. *As Mentiras de la Ciencia*, Alianza Editorial, 1995.

²⁶⁷ REIS, Verusca Moss S. *Do 'Gênio Maligno' ao Fetiche do Fast Food Acadêmico*. demetra, v. 7, p. 59-64, 2012.

²⁶⁸ MENDONÇA, André Luis Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. Complexo médico-industrial/financeiro: os lados epistemológico e axiológico da balança. *Physis* [online]. 2012, vol.22, n.1, pp.215-238.

científica com um ataque à ciência em si. É evidente que qualquer tentativa de classificar nossa posição de anticientífica é insustentável. Nada nos apraz mais do que os estudos de ciência; não defendemos outra coisa senão o seu valor epistêmico e cultural, a necessidade, a beleza e a vitalidade da ciência, e se levantamos a hipótese de que atualmente ela pode reproduzir um engodo, já não mais isolado e fruto de desvios de caráter, mas institucionalizado, tornado cultura, global e hegemônico, não é por outro motivo, senão porque repensar o valor da ciência é urgente. Não poderão existir defesa e justificativa maiores para a ciência do que levantar a pergunta fulcral pela autonomia da ciência em tempos de *Big Science*, do que recolocar a inesgotável e sempre atual questão “qual é o valor da ciência?”.

Mas retomemos a discussão acerca dos motivos pelos quais Fermi rejeitou a teoria de Noddack. A hipótese de que Fermi não apreciara o trabalho de Noddack por conta de motivos concernentes ao *ethos* científico, porque a química analítica alemã teria ferido princípios básicos da axiologia da pesquisa científica, embora atraente, talvez se sustente em terreno pantanoso. A questão acerca da vindicação da descoberta do elemento 43 pelos Noddack não está clara, e o debate se estende aos dias atuais. Em 2005, Zingales publicou o artigo *From masurium to trinacrium: the troubled story of element 43*²⁶⁹ no *Journal of Chemical Education*, no qual dava ênfase à tese de que os Noddack não teriam produzido a quantidade de masúrio que anunciaram, e que o elemento 43, o tecnécio, fora descoberto realmente por Segrè e Perrier. A reação ao artigo de Zingales mostra o quanto a história possui meandros ainda por ser considerados. Talvez os Noddack tenham, realmente, produzido o 43 em condições cujo registro ficou comprometido²⁷⁰. Se isto for o caso, então a tese de que Fermi rejeitou o trabalho de Ida Noddack por conta do engodo de 1925 cai por terra? Pensamos que não. Para que a hipótese se sustente não é necessário que o engodo tenha sido o caso, mas que Fermi estivesse convencido que o era. William Brock²⁷¹ (1993) e Seaborg²⁷² (1998) sustentaram que, após o episódio do masúrio, os Noddack ficaram tão desacreditados e com a reputação tão manchada, que seria de se esperar que o trabalho de 1934, mesmo com forte

²⁶⁹ ZINGALES, Roberto. *From Masurium to Trinacrium: The Troubled Story of Element 43*. *J. Chem. Educ.*, 2005, 82 (2), p 221.

²⁷⁰ Hibashi escreveu uma carta ao periódico fazendo ressalvas (e elogios) ao trabalho de Zingales. A pequena carta, bem como a réplica de Zingales, serve para situar o autor acerca do debate em torno da história do elemento 43, sendo um material muito instrutivo, embora diminuto. Ver: Vol. 83 No. 2 February 2006 - *Journal of Chemical Education*. Disponível em: <www.JCE.DivCHED.org.>

²⁷¹ BROCK, William.H. *The Norton History of Chemistry*. New York: W. W. Norton, 1993. 343.

²⁷² Apud HOOK, E.B. Op. cit.

conteúdo teórico e potencial experimental, fosse rejeitado por razões axiológicas. Já Ernest B. Hook (2007) considera tal tese implausível, embora não negue que fatores relacionados a diversos tipos de preconceitos, ainda que não sejam suficientes para explicar a rejeição, podem estar presentes em casos como o de Fermi e Noddack.

Quais os reais motivos para Fermi ter rejeitado o trabalho de Noddack? Fermi alegou que não os conhecia, argumento muito frágil, como vimos, primeiro porque o trabalho fora publicado na Alemanha em 1934, e as publicações científicas circulavam pela Europa, sendo o grupo de Fermi muito bem alocado e informado, e segundo porque o depoimento de Almadi confirma que o grupo de Fermi rejeitou o trabalho de Noddack. Seja como for, entendemos que muitas razões epistemológicas e axiológicas podem ter se combinado e contribuído de forma complexa para o acontecido, e não somente uma única razão qualquer que seja. Quando analisamos casos de prematuridade da descoberta científica no sentido proposto por Gunter Stent, verificamos que a rejeição de teorias pode contar com uma imensa variabilidade de fatores. Não nos cabe, neste momento, detalhar todos estes fatores, tampouco saber quais realmente estiveram presentes no caso Fermi-Noddack. É-nos suficiente, simplesmente notar que quaisquer casos que estudemos em ciência, se não analisados por meio de uma abordagem complexa, que leve em conta tanto aspectos epistêmicos quanto extraepistêmicos, que não pergunte tanto pelas razões metafísicas, quanto axiológicas, sociais, políticas e mesmo pessoais, que estejam envolvidas, estarão fadados a constituir uma imagem incompleta de ciência, que há de reforçar distorções, dogmas, incompreensões, que não interessam àqueles que, tal como Bronowsky, ainda não se curaram daquela inabalável fé no “hábito da verdade”, e permanecem insistentemente alimentando as chamas da paixão pela compreensão²⁷³.

Em suma, o caso de Fermi serve para ilustrar como uma abordagem complexa em filosofia da ciência se faz necessária. A filosofia não pode ficar restrita a uma análise lógica da linguagem, mas também não pode ser apenas uma descrição dos locais de produção e de seu ambiente e cotidiano político, institucional, social. Qualquer abordagem, a não ser que seja complexa, será caricatural. O caso Fermi-Noddack deixa claro o quão difícil, quiçá impossível, é definir de uma vez por todas por qual motivo Fermi realmente rejeitou o trabalho da química analítica alemã. Defendemos que isso acontece porque a rejeição não tem um motivo, mas uma gama de motivações complexas que se combinam e reforçam. Dentre tais motivações, em nossa interpretação, se destacam razões metafísicas e axiológicas, mas as

²⁷³ BRONOWSKI, J. *Ciência e Valores Humanos*. Alceu Letal (Trad.) São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

razões políticas e sociais devem ser tomadas como importantes, igualmente. Além de considerar que sua teoria era mais simples do que a de Noddack (o que explicaria ele ter escolhido uma em detrimento de outra), Fermi pode ter se recusado a levar a sério o trabalho de Noddack porque esta agira com desonestidade no passado (o que explicaria o motivo de Fermi não ter nem ao menos citado Noddack).

Para utilizarmos a expressão de Bronowsky, tanto o pressuposto metafísico de simplicidade, quanto o princípio axiológico de honestidade, fazem parte do *hábito da verdade*. Em última instância, Fermi negou o trabalho de Noddack motivado por isto, ou seja, por conceber que aquele trabalho não refletia a busca pela verdade que caracteriza o espírito científico.

O fato de que o *hábito da verdade* tenha sido o fator principal que motivou o trabalho de Fermi, e sua recusa de Noddack, não inviabiliza que outras variáveis sociais, ideológicas, culturais, psicológicas tenham desempenhado alguma função, em maior ou menor grau. Não precisamos, e não devemos, em uma abordagem complexa em filosofia da ciência, adotar uma perspectiva disjuntiva, mas sim entender a ciência como fenômeno humano, e o humano, como acontecimento matizado, precário, complexo e plural. Perguntar o que é a ciência sem questionar o que é o humano – “e nós, quem somos nós, afinal?” –, nos parece uma tentativa atrapalhada de construção de uma objetividade insustentável. Não somente no dia a dia da pesquisa, em sua comunicação, mas no conteúdo mesmo das teorias e descobertas, um olhar treinado verá mais do que sistemas de proposições e relatos de observações, mais do que lógica, experimentos e observações. Verá também o ser humano por detrás da teoria, e, na teoria, vestígios do humano errante e esperançoso que a trouxe à existência. Isso não é a defesa de uma espécie de irracionalismo ou um ataque à ciência, mas a busca por compreender a *ciência tal qual se faz* sem as limitações daqueles que fizeram essa tentativa anteriormente. Acreditamos, portanto, em uma relação inversamente proporcional entre ciência e metaciência. Se por um lado, a teoria científica deve buscar a simplicidade, a metateoria deve aspirar à complexidade. Enquanto a ciência pressupõe que a natureza e/ou os métodos científicos devem ser simples, a metaciência deve pressupor a ciência como fenômeno complexo, em que metafísica e axiologia, imbricadas, desempenham um papel fundamental, bem como aspectos sociais, culturais, institucionais, políticos, psicológicos. Estes não podem ser negligenciados.

4 O VALOR DA CIÊNCIA E O ETHOS UTILITARISTA NA PHYSICS TODAY

Uma revolução científica sempre pressupõe uma ruptura com certa organização de ideias, que em geral está ligada também a uma organização social da Ciência.

Mário Schenberg

Em suma, o que caracteriza a evolução da física é uma tendência para a unidade.

Max Planck

4.1 Era das “Uniãos”?

A unidade pode ser um pressuposto metafísico (como a “unidade da natureza”, em sentido ontológico), um pressuposto epistêmico e/ou metodológico (como a “unidade das ciências” ou “unidade do conhecimento”), como também um princípio axiológico, isto é, um valor (como as ideias de unidade política, social, cultural). Do final dos anos 1940 em diante iniciou-se um período de busca por unificações ideológica, econômica, política e institucional liderado pelos Estados Unidos, embora também a Europa tenha engendrado movimentos de unificação entre o final dos anos 1940 e o início dos anos 1950²⁷⁴. Em 1948 reuniram-se em Haia 800 delegados europeus na instituição do Congresso da Europa, no qual Churchill, como Presidente, apelou à criação dos “Estados Unidos da Europa”. O Congresso viabilizou a constituição, em 5 de maio de 1949, do Conselho da Europa, que seria um dos germes da União Europeia²⁷⁵. Todavia, a despeito das iniciativas europeias, os Estados Unidos dominavam a reconfiguração geopolítica global. Por isso, é importante ressaltar que a “unidade” pretendida não pressupunha simetria, mas, pelo contrário, baseava-se em uma estratégica centralização geopolítica e macroeconômica que remodelava as relações internacionais. A ameaça de um mundo despedaçado alçou os Estados Unidos à posição do centro “unificador”^{276 277}. Sob a batuta dos Estados Unidos, nos cinco anos que se seguiram

²⁷⁴ Em seu site oficial, a União Europeia conta sua própria história remontando ao período de 1945-1950. De acordo com a UE, na passagem dos anos 40 aos 50 diversas iniciativas institucionais visavam a integração da Europa. Ver: https://europa.eu/european-union/about-eu/history/1945-1959_pt

²⁷⁵ <https://europa.eu/european-union/sites/europaeu/files/docs/body/winston_churchill_pt.pdf>

²⁷⁶ Conforme Magalhães (2016): “De fato, o imediato pós-Segunda Guerra Mundial constituiu um cenário riquíssimo, marcado pela ascensão dos Estados Unidos à condição de poder político hegemônico”. Ver: MAGALHÃES, RCS. O novo cenário internacional no pós-segunda guerra mundial e o lançamento da campanha continental para a erradicação do *Aedes aegypti*. In: *A erradicação do Aedes aegypti: febre amarela*,

a 1944, foram fundados a ONU, UNESCO, UNICEF, OMS, bem como o Fundo Monetário Internacional²⁷⁸ (FMI) e o Banco Mundial²⁷⁹.

Ao mesmo tempo em que o enfraquecimento do bloco europeu favoreceu o fortalecimento dos EUA, para estes, protagonizarem a recuperação europeia (Plano Marshal) e nipônica (Plano Dodge) era estratégico, no mínimo, por três importantes motivos. Primeiro, ao recuperar o ambiente econômico europeu e japonês, os EUA asseguravam a existência de um amplo mercado consumidor para sua indústria. Segundo, ao emprestar dinheiro para os países necessitados, assumiam a posição de credor internacional, o que os fortalecia geopoliticamente. Terceiro, ao recuperar o ambiente econômico da Europa e do Japão, os EUA exportavam para estes o seu modelo capitalista, revigorando a economia liberal europeia e produzindo aliados capitalistas contra o avanço do socialismo soviético. Ao dar suporte à Europa ocidental, garantiam que o socialismo do Leste europeu não se alastrasse para além das searas soviéticas, e ao patrocinar o ressurgimento de um Japão forte, o blindava de quaisquer pretensões da China comunista, mantendo um mercado capitalista e por consequência, anticomunista, no extremo oriente. Sendo assim, combater a falência da Europa e do Japão era fundamental para escoar a produção norte-americana, evitando um quadro de superprodução como o que houve na crise de 1929. Deste modo, os EUA injetaram bilhões de dólares na Europa, entre 1948 e 1961. Em resposta, as economias europeias se viam comprometidas a seguir as diretrizes norte-americanas.

O desenvolvimento da Doutrina Truman destinava-se a conter a difusão do socialismo em países externos à União Soviética tendo início formal em 12 de março de 1947, quando o presidente norte-americano Truman discursou sobre a necessidade de defender o mundo do comunismo soviético salvaguardando as estruturas do capitalismo, liberando créditos para a

Fred Soper e saúde pública nas Américas (1918-1968) [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2016. História e Saúde collection, pp. 177-221.

²⁷⁷ O que merece um estudo minucioso. Afinal, sabemos que a guerra na Europa fora vencida, de fato, pela União Soviética de Stalin. E que mesmo a guerra contra o Japão no pacífico, vencida pelos EUA, teve a participação fundamental desta. No entanto, o papel de financiador dos esforços de guerra foi crucial para que os EUA saíssem do conflito na posição de líderes internacionais. Para uma interpretação que minimiza a importância econômica dos EUA na reconfiguração da Europa, ver: MAIER, Charles S. (1981). *The two postwar eras and the conditions for stability in twentieth-century Western Europe*. *American Historical Review* 86(2): 327-352. pp.341-342.

²⁷⁸ Sobre a criação do FMI em Bretton Woods e a participação do Brasil no processo ver: ALMEIDA, Paulo Roberto de. *O Brasil e o FMI desde Bretton Woods: 70 anos de História*. Rev. direito GV, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 469-496, Dec. 2014

²⁷⁹ Para uma breve história do Banco Mundial, ver: PEREIRA, João Márcio Mendes. *Banco Mundial: concepção, criação e primeiros anos (1942-60)*. *Varia hist.* vol.28 no.47 Belo Horizonte Jan./June 2012

Europa, incluindo a Grécia e a Turquia. Obviamente, a Doutrina Truman não nasceu somente da ideologia. Ideologia e interesses estratégicos se interpenetraram, se fundiram e se retroalimentaram. A ideologia concorreu para respaldar a estratégia, e a estratégia para assegurar o sucesso da ideologia.

Da Doutrina Truman derivou-se o Plano Marshall, apresentado à comunidade acadêmica, política e militar, na Universidade de Harvard, por George Marechal, secretário de Estado dos EUA. Na ocasião, Marechal traçou as bases de um vigoroso processo de investimentos na Europa, com os objetivos de reconstruir e dinamizar uma sociedade capitalista global, recuperar a economia europeia, criando um mercado produtor e consumidor nos moldes doutrinários da economia capitalista norte americana, fortalecendo a Europa, livrando-a da pobreza, estabelecendo frutífera relação econômica entre EUA e Europa, por meio de um processo de fluxos e refluxos de capitais, produtos e serviços. Conforme James S. Allen²⁸⁰, em troca do precioso volume de investimentos, os países europeus deveriam dar pleno acesso aos Estados Unidos, às matérias-primas europeias de interesse norte-americano, bem como importarem preferencialmente os produtos norte-americanos. Havia, de acordo com Allen, um cerceamento da liberdade econômica europeia e, portanto, da plena soberania política de seus Estados, uma vez que equipes técnicas americanas tinham poder fiscal sobre a utilização dos investimentos concedidos, impedindo a abertura de empresas concorrentes dos EUA, bem como a importação de produtos considerados estratégicos para o Leste europeu. Por meio do Plano Marechal, a indústria norte-americana manteve um nível de produtividade semelhante aos tempos de Guerra²⁸¹.

4.2 **Tempo, espaço, sociedade e cultura: a *Physics Today* como expressão de sua época**

Foi nesse contexto de remodelação geopolítica e de criação de “instituições unificadoras” que a *Physics Today* surgiu. A *Physics Today* foi criada em 1948, ano em que o

²⁸⁰ ALLEN, James S. *Marshall Plan Recovery or War?* New York: New Century Publishers, 1948.

²⁸¹ Para Eric Hobsbawm, no imediato pós-guerra iniciou-se uma “Era de Ouro” de grande crescimento econômico e transformação social. Ver: HOBBSAWM, Eric. *Era dos Extremos: O Breve século XX (1914-1991)*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. p. 15. Tal “Era de Ouro” corresponde ao período das “unificações”, tal como abordamos aqui. Destacamos que tais unificações não surgem no imediato pós-guerra. A Declaração das Nações Unidas, por exemplo, é de 1942, e outras “instituições de união” já existiam antes da ONU, como a União Internacional de Telégrafos, de 1865. No imediato pós-guerra, todavia, esses movimentos de unificação ou cooperação ganham novo impulso com a criação de diversas instituições “mundiais”, “internacionais” e de “união”.

democrata Harry Truman vence o pleito eleitoral na disputa pela Casa Branca, derrotando o republicano Thomas E. Dewey e Strom Thurmond, considerado um democrata independente. No mundo da física, Patrick Blackett foi laureado com o Nobel por seus trabalhos com a câmara de Wilson e sua aplicação aos campos da física nuclear e da radiação cósmica²⁸². O objetivo do físico era utilizar a “câmara de nuvens” para aprender mais sobre as interações das partículas subatômicas²⁸³. Blackett notabilizou-se também por colocar em relevo os impactos sociais da ciência e as relações entre ciência e política²⁸⁴. Também naquele momento Lattes participava em Bristol da descoberta do méson- π , o que valeria o Nobel em 1949 a Yukawa e a Powell no ano seguinte. Em 1947, como vimos anteriormente, o Projeto Manhattan era oficialmente extinto e em seu lugar criada a *Atomic Energy Commission*, que existiria até 1975²⁸⁵. Com o Projeto Manhattan consolidava-se o modelo da *Big Science* e a aproximação utilitarista entre ciência e indústria atingia outros patamares. Por outro lado, crescia o fenômeno da hiperespecialização que mais tarde caracterizaria a tecnociência. Entre os físicos, a figura dos físicos filósofos tornava-se menos comum e um novo perfil profissional começava a se consolidar. A geração dos físicos filósofos estava envelhecendo (Por exemplo, Einstein morreria em 1955, Planck, um ano antes da fundação da revista, em 1947) e o ‘novo físico’ emergente era menos intelectual e ‘acadêmico’.

A segunda metade da década de 1940 foi sem dúvida efervescente. A Segunda Guerra chegara ao termo em 1945 e o mundo experimentava um complexo momento de reorganização geopolítica e remodelação macroeconômica. A fundação da *Physics Today* ocorre em um momento que vamos chamar de período de institucionalização de uniões e cooperações internacionais ou de reorganização institucional em escala internacional. Em 1945 temos a fundação da Organização das Nações Unidas. Em 1944, na Conferência de Dumbarton Oaks, delegações de Estados Unidos, União Soviética e China discutiram a criação de uma nova instituição, que viesse a substituir a Liga das Nações. O Presidente dos EUA, Franklin Delano Roosevelt pretendia criar uma organização internacional cujo principal

²⁸² https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1948/blackett-facts.html

²⁸³ BLACKETT, Patrick, M. S. *Cloud chamber researches in nuclear physics and cosmic radiation* In *Nobel Lectures, Physics 1942-1962*. Amsterdam: ElsevierPublishingCompany, 1964. p. 97.

²⁸⁴ BAKER, John R.A *Ciência e o estado planificado*. Antonio de Souza (Trad.), Coimbra, 1947 In. Prêmios Nobel de 1948. Cienc. Cult., São Paulo, v. 62, n. spe1, 2010.

²⁸⁵ BUCK, Alice, L. *The Atomic Energy Commission*. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, July 1983.p.2

objetivo era garantir a segurança geopolítica do período pós-guerra, que já se anunciava²⁸⁶. Após exaustivas negociações, no ano seguinte a instituição estava oficialmente estabelecida. Nos anos subsequentes diversas outras agências e instituições foram criadas. Em 1946 foi estabelecida a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, UNESCO e o *United Nations Children's Fund*, UNICEF²⁸⁷ e, em 1948, a *International Union for Conservation of Nature*, IUCN²⁸⁸.

Em 1948, mesmo ano de nascimento da *Physics Today*, é fundada a Organização Mundial da Saúde, OMS. Conforme Brown, Cueto e Fee a história da OMS é marcada por modificações marcantes em suas concepções de saúde e, logo, em suas práticas²⁸⁹. Diferentes ideologias, interesses e políticas se alternaram nas últimas décadas. Seus anos iniciais, contudo, fomentaram políticas verticais, dentre as quais, a extensiva utilização do DDT na tentativa fracassada de combate à malária sob a batuta do brasileiro Marcolino Candau por volta de 1955.

Não é nada trivial e nem é mera coincidência que tantas e tão importantes instituições estivessem surgindo entre 1945 e 1950. O mundo experimentava uma profunda reestruturação e o período de institucionalização de “uniões” daquela passagem da primeira para a segunda metade do XX sinalizava a busca internacional pela superação da aguda anomia vivenciada no último meio século. Um período de duas grandes guerras que levaram o mundo à quase fragmentação, expondo em carne viva a face da barbárie, alterando as relações de força e poder, culminou, no alvorecer dos anos 1950, na proliferação de novas instituições, agências, associações internacionais. Era como se o mundo, após provar a falência das velhas estruturas, buscasse se reinventar. Embora seja ‘apenas’ uma revista da AIP, Associação Internacional de Física, cremos que a criação da *Physics Today* deve ser compreendida nesse contexto histórico e social em que novas instituições estão emergindo em busca da reconfiguração de um mundo recentemente fragmentado e esfacelado. Não à toa, muitas das instituições emergentes apelam à noção de “unidade”. A palavra “união” constará de seus

²⁸⁶ GARCIA, Eugênio V. *De como o Brasil quase se tornou membro permanente do Conselho de Segurança da ONU em 1945*. Rev. bras. polít. int., Brasília, v. 54, n. 1, p. 159-177, 2011.

²⁸⁷ LEMOS, Flávia Cristina Silveira. *Práticas de governo das crianças e dos adolescentes propostas pelo UNICEF e pela UNESCO: inquietações a partir das ferramentas analíticas legadas por Foucault*. Psicol. Soc., Belo Horizonte, v. 24, n. spe, p. 52-59, 2012.

²⁸⁸ PELLIZZARO, Patrícia Costa et al. *Gestão e manejo de áreas naturais protegidas: contexto internacional*. Ambient. soc., São Paulo, v. 18, n. 1, p. 19-36, Mar. 2015.

²⁸⁹ BROWN, Th. M.; CUETO, M.; FEE, E. *A transição de saúde pública ‘internacional’ para ‘global’ e a Organização Mundial da Saúde*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13, n. 3, p. 623-47, jul.-set. 2006.

nomes. Era preciso unificar, recuperar ou estabelecer a unidade de um mundo que fora brutalmente despedaçado. A unidade se impunha como um valor social, político e cultural.

Como veremos, as ideias de “unidade” e “unificação” serão centrais para a *Physics Today*. Claro que no caso da revista, esta unidade possui uma forte dimensão epistemológica, diria mesmo metafísico-axiológica, mas as dimensões ‘histórico-social’, ‘político-institucional’, e em sentido amplo, ‘econômica’, estão igualmente presentes. Mais até do que sugerir que tais dimensões são como conjuntos superpostos, cabe pensar que essas dimensões são intrinsecamente coexistentes e interdependentes. Assim como a dimensão social é perpassada por ideias, conceitos, teorias, valores e pressupostos metafísicos, a dimensão metafísica é atravessada por elementos sociais, culturais, políticos e econômicos.

Outras institucionalizações importantes ocorrem naquele momento. Lembremos que a criação do Estado de Israel também é de 1948, bem como a retomada dos jogos olímpicos modernos em Londres. Sem convidar a Alemanha, derrotada na guerra, e sem contar com a participação de Japão (convidado) e União Soviética (que participou como “observadora”), o Comitê Olímpico Internacional retomou os jogos utilizando-o como força simbólica de unificação das nações²⁹⁰. Desta feita, podemos elaborar uma síntese para a questão “Em que contexto social e político, e em que processo histórico é fundada a *Physics Today*?”. Destacamos alguns pontos que, embora não esgotem a questão, não podem ser esquecidos. A *Physics Today* é fundada em um contexto de:

1. Reestruturação geopolítica e macroeconômica em escala internacional.
2. Re-afirmação dos Estados Unidos como potência global hegemônica.
3. Criação no pós-guerra (entre 1945 e 1948) de diversas instituições internacionais com o objetivo declarado de promover a “união” entre nações e o esforço comum contra males considerados internacionais (O que não oblitera a presença de outros interesses “de fundo”).
4. Consolidação de um modo de produção do conhecimento científico chamado de *Big Science*. Alteração das práticas científicas, do dia a dia dos trabalhadores de ciências em seus locais de pesquisa em diversos campos da física, aproximando ainda mais o físico do administrador, do homem de negócios, do industrial, do engenheiro e do mecânico.

²⁹⁰ RUBIO, Kátia. *Jogos olímpicos da era moderna: uma proposta de periodização*. Rev. bras. educ. fís. esporte (Impr.), São Paulo, v. 24, n. 1, p. 55-68, Mar. 2010.

5. Acentuação da hiperespecialização científica, a despeito das interações inter-especialidades.

Nosso argumento é de que a criação da *Physics Today* não é um evento editorial e científico isolado, que diz respeito à hermética comunidade dos físicos norte-americanos. O acontecimento de sua fundação só pode ser devidamente entendido se corretamente complexificado, levando-se em conta o contexto social, político, econômico, do processo histórico em que tal emergência ocorreu. Na próxima seção pretendemos trabalhar mais atentamente a importância que a ideia de unidade possui na criação da revista. O que pretendemos frisar é que entre a ideia de ‘unidade’ privilegiada pela revista e o clima cultural dos anos 1940-1950, ou mais especificamente 1945-1948, há um tipo de relação que talvez lembre aquela entre a recusa da causalidade na física alemã e o ambiente cultural da República de Weimar, conforme Paul Forman²⁹¹. Isto é, o fato da *Physics Today* eleger o ideal de unificação como núcleo de sua missão institucional pública – a unidade como valor epistêmico central – não diz respeito apenas a escolhas heurísticas esotéricas, mas ao clima social e cultural de sua época. Como dissemos acima, apesar da ideia de unidade ser muito antiga, entre 1945-1948 ela ganhou novo impulso e valor. A *Physics Today* é fundada em um período em que há um intenso esforço político internacional para reagrupar um mundo seccionado pela guerra, e a ideia de ‘união’ é constantemente utilizada no processo de institucionalização de iniciativas internacionais de colaboração.

4.3 A *Physics Today* e a unificação da física

A revista *Physics Today*, do American Institut of Physics, ilustra bem uma concepção não utilitarista de ciência, ou mais especificamente de física. Mas nem por isso é refém de uma polarização entre “utilitarismo” e “epistemicismo”. Pelo contrário, a revista parece assumir as tensões próprias das práticas de produção do conhecimento científico, que abarcam tanto a ciência pura, ou básica, quanto a ciência aplicada, tanto a ciência acadêmica, quanto a aproximação entre ciência e indústria. As circunstâncias e objetivos de sua fundação, seus

²⁹¹ FORMAN, Paul. *A Cultura de Weimar, a Causalidade e a Teoria Quântica, 1918-1927*. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Supl. 2, Unicamp, SP. 1983.

editoriais, sua organização em diversas seções, os títulos de suas matérias, seus anunciantes, o conteúdo de seus artigos, os temas abordados, tudo contribui para o entendimento de que a física não é parte isolada de um real que é complexo. O espírito da revista é plural e aberto, de constante interlocução com a sociedade, resultando em uma literatura que, embora científica, não é fechada. Diríamos que o *ethos* da *Physics Today* reflete uma compreensão complexa e ao mesmo tempo unificadora de qual seja o valor da ciência. Discutir ciência é também ressaltar suas relações com a filosofia, história, com as artes, e demais campos.

A revista é organizada e escrita de tal modo que o leitor possa crer que tem em mãos não somente um periódico especializado, extremamente hermético, mas algo capaz de fornecer-lhe um entendimento mais vasto acerca das relações entre ciência, sociedade, política, artes e cultura. Isto é significativo, pois a revista é como um mediador, um porta-voz da AIP. E o que a revista porta e transmite senão uma determinada imagem de ciência compartilhada institucionalmente? E qual imagem de ciência, por sua vez, não carrega consigo seus princípios axiológicos e pressupostos metafísicos, mesmo que tácitos, ou sutis? A revista, como veículo de uma importante instituição científica é uma espécie de cartão de apresentação dessa instituição para a comunidade científica e a sociedade em geral. Se estivermos certos em afirmar que a imagem de ciência que a *Physics Today* reforça é uma imagem complexa, plural, que extrapola o reducionismo utilitarista, então teremos avançado bastante em nosso propósito. O que queremos demonstrar é que embora o utilitarismo tecnocientífico tenha crescido enormemente e se consolidado no século XX, discursos não utilitaristas, com força considerável, permaneceram oferecendo uma imagem alternativa de ciência. Enquanto nos Estados Unidos a *Physics Today* cumpria com esse papel, no Brasil essa “resistência” estava mais “pulverizada”, sendo capitaneada, sobretudo, por físicos como José Leite Lopes e Mário Schemberg, em artigos, pronunciamentos e discursos.

Havia uma tensão inicial no projeto da revista. Como publicar artigos discutindo questões esotéricas de mecânica quântica ou relatividade, e ainda assim engendrar um discurso capaz de integrar (ou re-integrar) a parte (a física) ao todo (sociedade/cultura)? É evidente que alguns problemas são tão *internacorporis*, tão “técnicos”, que demandam uma abordagem mais restrita. Mas, ao mesmo tempo, como já enfatizamos, o projeto como um todo é aberto e plural, e possui um *ethos* que supera o hermetismo hiperespecialista. Parece-nos que um leitor cujo espírito seja consoante com a *Physics Today* responderá a questão “Qual é o valor da ciência?” de um modo muito diferente de um utilitarista, ressaltando a importância da ciência para a formação espiritual em um sentido amplo, mas também de modo distinto de um epistemicista, sabendo reconhecer as tensões inerentes ao campo e a

valorizar a busca por um ajuste fino, um grau de equilíbrio entre a pesquisa fundamental e a aplicação.

De acordo com o AIP, a *Physics Today* é a sua principal publicação, e também a revista de física mais influente e mais acompanhada do mundo^{292 293}. Pelo modo como a revista define sua missão podemos notar que, por meio dela, o AIP cultiva e torna público seu ideal de unificação da física; e também de interação do conhecimento científico com os demais tipos de conhecimento, de um modo geral:

A missão da *Physics Today* é ser uma influência unificadora para as diversas áreas da física e das ciências relacionadas com a física. Ela faz isso de três maneiras: Fornecendo uma compreensão da pesquisa de ciências físicas e de suas aplicações sem ter em conta as fronteiras disciplinares; Proporcionando uma compreensão das interações muitas vezes complexas das ciências físicas entre si e destas com outras esferas da atividade humana, e criando um fórum para a troca de idéias no interior da comunidade científica (PHYSICS TODAY, 2016)²⁹⁴.

O que a revista assume como sua missão é extremamente ambicioso: oferecer uma força de unificação das diversas áreas da física e das ciências relacionadas com esta. Não é o caso de fazermos uma história do pressuposto de unidade da natureza. Isso nos levaria longe demais. Certamente, no mínimo, aos pré-socráticos, que buscavam explicar a complexa diversidade dos múltiplos fenômenos naturais a partir de uma única causa simples, um princípio organizador que ordenava o real e regia a harmonia da natureza; o “Tudo é um” de Tales, a *arché* como princípio de unidade da *physis*. Mas não podemos nos permitir tamanha digressão. Além do mais, não podemos inferir apressadamente, que a mesma ideia de unidade, ou ideal de unificação, atravessou os séculos incólume. A questão que temos que colocar é outra; Como o problema da unificação estava posto naquela época, naquele contexto histórico e institucional dos anos finais da primeira metade do século XX?

Veremos, mais uma vez, que a *Physics Today* era uma revista de seu tempo, que dialogava com os problemas de sua época – problemas que faziam parte do ambiente intelectual dos grupos de praticantes de ciências físicas. Durante toda a primeira metade do

²⁹² Ver: <http://scitation.aip.org/content/aip/magazine/physicstoday/info/about>

²⁹³ Conforme o *Journal Citation Reports® Science Edition* de 2015 (Thomson Reuters, 2016), o fator de impacto da *Physics Today* é 3.234. Para efeitos de comparação, o fator de impacto da *Annalen der Physik* para 2015 é de 3.443.

²⁹⁴ O original pode ser lido em:
<<http://scitation.aip.org/content/aip/magazine/physicstoday/info/about?section=Our%20mission>>

século XX a questão da unidade da natureza ocupou a comunidade de físicos²⁹⁵. De 1925 a 1955, Einstein buscou desenvolver uma teoria de campo unificada. Einstein não pensava estar fazendo nenhuma grande inovação epistemológica. Antes dele, a luz, a eletricidade e o magnetismo foram unificados pelos trabalhos pioneiros de Faraday e Maxwell²⁹⁶. Tal unificação foi multidimensional. Por um lado representava a unidade da natureza, mas por outro, eram dois campos, dois conjuntos de práticas, que se unificavam e originavam outro modo de organizar a atividade científica. Uma unificação não é somente de ordem epistemológica, mas também institucional. Com as unificações da física, campos são remodelados, práticas são redesenhadas e ajustadas – é a organização social da física que se modifica.

Com a unificação da luz, da eletricidade e do magnetismo, vários cientistas do século XX, dentre os quais Einstein, pensaram que o próximo passo seria unificar o eletromagnetismo e a gravidade. De acordo com Bassalo²⁹⁷, diversos trabalhos propuseram tal unificação no início do século XX, conforme quadro abaixo:

AUTOR	REFERÊNCIA	ANO
Gunnar Nordström (1881-1923)	<i>Zeitschrift für Physik</i> 15 , p. 504	1914
Hermann Klaus Hugo Weyl (1885-1955)	<i>Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften</i> , Part I, p. 465)	1918
Albert Einstein (1879-1955)	<i>Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften</i> , Part I, p. 349; 463	1919
Theodor Kaluza (1885-1954)	<i>Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften</i> , Part I, p. 966	1921
Arthur S. Eddington (1882-1944)	<i>Proceedings of the Royal Society of London</i> 99 , p. 104	1921
Albert Einstein	<i>Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften</i> , p. 32; 76; 137; <i>Nature</i> 112 , p. 448	11923
Albert Einstein	<i>Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin</i> , Mathematisch-	1925

²⁹⁵ Como já assinalado, essa busca por unificação da física é anterior ao período selecionado, bem como posterior, tendo seus capítulos mais recentes ao longo da segunda metade do século XX e início do XXI. odavia, o que pretendemos aqui é saber como tal problema se apresentava no momento em que a *Physics Today* nascia.

²⁹⁶ BELENDEZ, Augusto. *La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell*. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2601.1-2601.20, 2008.

²⁹⁷ BASSALO, José Maria Filardo. *Einstein e o Campo Unificado*. Em: <<http://www.seara.ufc.br/folcllore/folcllore390.htm>>

	Physikalische Klasse, Sitzungsberichte, p. 414	
Albert Einstein Jakob Grommer	Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse, Sitzungsberichte, p. 2	1927
Albert Einstein	Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse, Sitzungsberichte, p.23; 235; Mathematische Annalen 97, p. 99	1927
Albert Einstein	Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse, Sitzungsberichte, pp. 2-7	1929

A profusão de trabalhos que pretendiam uma solução para a unificação entre eletromagnetismo e gravidade prosseguia forte, com Heinrich Mandel e Vladmir A. Flock (1926), Mandel (1927), Wolfgang Pauli (1933), Suraj N. Gupta (1954), John Archibald Wheeler (1955), Einstein (1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1938, 1940, 1941, 1949, 1950, 1953), Einstein e Mayer (1930, 1931), Einstein e Bergmann (1944) e Einstein e Infeld (1949, 1950)^{298 299}. Além das tentativas de unificar o eletromagnetismo e a gravitação – o que mais tarde se transformaria no programa, ainda em aberto, de unificação das quatro forças fundamentais, a força forte, a força fraca, a gravitação e o eletromagnetismo –, a primeira metade do século XX foi marcada pela busca de unificação entre a física relativística e a mecânica quântica.

Na verdade, não são necessariamente dois programas distintos de unificação. Uma teoria quântica relativística por si mesma unificaria gravitação e eletromagnetismo³⁰⁰. Abdus Salam, em *A unificação das forças fundamentais*³⁰¹, obra publicada com Paul Dirac e Werner Heisenberg, defende que a unificação de fenômenos diversos e complexos em leis simples e únicas é o que caracteriza o pensamento científico. Dizer que toda a história da física é

²⁹⁸ Op. Cit.

²⁹⁹ Em 1971, o físico brasileiro Mário Schenberg publicou um artigo apresentando uma nova interpretação da teoria do campo unificado de Einstein, no qual as equações relativísticas gravitacionais eram deduzidas das equações de Maxwell. Ver *Revista Brasileira de Física* 1, p. 91

³⁰⁰ Em tese, a lei de gravitação relativística deveria se aplicar em todo lugar que houvesse concentração de massa-energia. Entretanto, não há uma teoria da gravitação quântica, uma teoria da gravitação para entes quânticos, embora muitas tentativas venham sendo empreendidas nesse sentido. Isso quer dizer que a relatividade e a mecânica quântica não se equivalem quando aplicadas às menores escalas espaciais. Unificá-las é o grande objetivo de boa parte da comunidade científica atual. Para saber mais sobre teorias de gravitação quântica, ver ABDALLA, Elcio. *Teoria quântica da gravitação: Cordas e Teoria-M*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 147-155, 2005. Para uma abordagem alternativa, ver SMOLIN, Lee. *Átomos de Espaço e de Tempo*. In: *Paradoxos do Tempo*, Scientific American Brasil, São Paulo: Duetto, n. 21, edição especial, s/d. Para uma abordagem contrária ao ideal de unificação, ver GLEISER, Marcelo. *A criação imperfeita*. Rio de Janeiro: Record, 2010.

³⁰¹ SALAM, Abdul; HEISENBERG, Werner; DIRAC, Paul M. *A unificação das forças fundamentais: o grande desafio da física contemporânea*. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1993.

marcada pela busca de unificações não é esvaziar nosso argumento de que o contexto histórico da física à época de fundação da *Physics Today* era peculiar? Pensamos que não. O que nos importa para entender se a ideia de unidade da física impactou o ideal de unificação assumido pela *Physics Today* não é saber o quão antigo ele era, mas o quão atual era naquele momento histórico. E viemos demonstrando que era bastante atual, que, naquele momento histórico em que a revista é fundada, falar em unificação da física era algo próprio de seu tempo.

Em 1948, portanto, mesmo que não fosse uma busca unânime, a ideia de unificação da física estava bastante presente, sendo capitaneada principalmente por Einstein³⁰², que desde 1933 estava no Instituto de Estudos Avançados de Princeton, nos Estados Unidos³⁰³. Por outro lado, conforme Peter Galison³⁰⁴, a *Big Science*, por meio de iniciativas como o Projeto Manhatam, fomentou algo novo no dia a dia dos locais de pesquisa científica. Físicos, engenheiros, mecânicos, administradores e políticos, que até então trabalhavam isoladamente, com a eclosão da guerra tiveram que somar esforços e dividir espaços. Talvez isso pode ter contribuído para a criação de uma nova tendência na divisão social do trabalho científico. Se quisessem obter sucesso, todos esses profissionais deveriam superar as fronteiras disciplinares e atuar em conjunto. cremos que esses dois fatores – a busca teórica por unificação da física por um lado e uma nova conformação do trabalho científico inter e multidisciplinar, por outro – explicam bem como o contexto histórico em que a *Physics Today* foi fundada propiciava o tipo de ambiente intelectual e conformação social adequado para que a revista reclamasse para si uma tarefa unificadora, mesmo que em sentido *lato*, aberto, sem prender-se a quaisquer

³⁰² Podemos perguntar, por exemplo, em qual grau, consciente ou inconsciente, a busca por unificação na física não possui traços religiosos monoteístas, bem como o pressuposto de ordenamento da realidade. Holton defendeu que o trabalho científico final – publicado ou não – se relaciona com outros aspectos, como o contexto histórico, o meio social e cultural. A religião é parte profunda e considerável da cultura. Se o trabalho científico deve ser entendido em sua relação com a cultura, então certa troca de influências entre religião e ciência é inevitável. Ver: HOLTON, Gerald. *The Scientific Imagination: Cases Studies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. viii. Para o físico brasileiro Marcelo Gleiser, o ideal de unificação possui raízes e fortes implicações religiosas e estéticas: “a crença numa teoria física que propõe uma unificação do mundo material – um código oculto da Natureza – é a versão científica da crença religiosa na unidade de todas as coisas. Podemos chamá-la de ‘ciência monoteísta’. Alguns dos maiores cientistas de todos os tempos, Kepler, Newton, Faraday, Einstein, Heisenberg e Schrödinger, dentre outros, dedicaram décadas de suas vidas buscando por esse código misterioso, que, se encontrado, revelaria os grandes mistérios da existência. [...] Ecoando os ensinamentos de Pitágoras e Platão, essa noção expressa um julgamento estético de que teorias com um alto grau de simetria matemática são mais belas e que, como escreveu o poeta John Keats em 1819, ‘beleza é verdade’”. Gleiser defende a necessidade de abdicarmos do ideal de unificação, notável em toda a história do pensamento racional e marcante na ciência contemporânea. Para saber mais: GLEISER, Marcelo. *A criação imperfeita*. Rio de Janeiro: Record, 2010. p. 2-3.

³⁰³ <https://www.princeton.edu/~oktour/virtualtour/korean/Hist01-Einstein.htm>

³⁰⁴ <<http://www.manhattanprojectvoices.org/oral-histories/peter-galisons-interview>>

teorias específicas. Some-se a isso o clima cultural e os movimentos políticos da época e temos o seguinte quadro:

Contexto de ênfase na ideia de unificação em que a *Physics Today* é fundada

1. Desde a década de 1910 há uma profusão de “práticas de unificação” que propõem a unificação entre o eletromagnetismo e a gravitação. Registra-se um crescente número de trabalhos que propõem unificações de áreas da física. O ideal de unificação é bastante atual no período.

2. Com a emergência da *Big Science* há uma remodelação da organização social do trabalho científico, impulsionando uma “união” interespecialidades, a despeito da hiperespecialização crescente. Os grandes projetos pressupõem a união, em um mesmo espaço de trabalho, entre profissionais de diversas áreas.

3. Entre meados dos anos 1940 e 1950, a ideia de “união” torna-se um valor fundamental em um mundo fragmentado pela guerra e diversas instituições internacionais serão fundadas com o objetivo de concretizar uniões e cooperações em escala internacional. A “superação das fronteiras” (seja entre continentes, nações, disciplinas, áreas) é uma marca do momento histórico.

Muito mais do que uma nova imagem da natureza, é como se a *Physics Today* ensejasse uma nova “imagem política da natureza”, ou, o que parece ainda mais correto; reclamar pela unidade da física era uma forma de repensar a produção social do conhecimento científico. A *Physics Today* difundia o ideal de unificação da ciência ao mesmo tempo em que enfatizava as complexas interações entre a física e as demais áreas da experiência humana³⁰⁵. Aliás, essa ênfase na complexidade das interações das partes entre si, e entre as partes e o todo, ou, dizendo de outro modo, essa assunção da complexidade das interações das ciências entre si, e da ciência com outros campos, é o que parece fortalecer politicamente a *Physics Today*. Ao mesmo tempo em que fala de unificação, a *Physics Today* fala também de complexidade. Assim como a unidade da natureza é um pressuposto metafísico que não é incompatível com a complexidade do real, a unidade da ciência é um ideal de um *ethos*, um valor de uma axiologia que não nega a complexidade e pluralidade das práticas científicas, dos saberes locais, dos diferentes arranjos institucionais. A polifonia, a pluralidade e a

³⁰⁵ É evidente que desde 1948 aos dias atuais a *Physics Today* experimentou muitas mudanças, e sua identidade deve ser sempre situada no contexto histórico, político e social de cada período, mas a missão da revista que pretende a “unificação” da física permanece atual.

complexidade não se contrapõem necessariamente à unidade, principalmente se a unidade é assumida como ideal, como valor, e não como caso concreto, ou fato.

4.4 O primeiro número

O *American Institute of Physics* foi fundado em 1931, reunindo, inicialmente, cinco sociedades científicas: *American Physical Society*, *The Optical Society (OSA)*, *Acoustical Society of America*, *Society of Rheology*, *American Association of Physics Teachers*. O Instituto nasce como *uma resposta aos problemas trazidos pela grande depressão* que teve em 1929 seu ápice³⁰⁶.

Para Karl T. Compton, o Instituto representou um momento de organização, institucionalização e consolidação da física nos Estados Unidos, elevando-a a outro patamar. Nos idos de 1930, dicionários como o *Webster's New International Dictionary* ainda definiam o *physicist* como “alguém versado em medicina”, e a palavra *physics* evocava, para a maioria das pessoas, questões relacionadas à saúde (COMPTON. 1952, p. 4)³⁰⁷. O Instituto assumiu, desde a sua fundação, a tarefa de não somente promover a pesquisa esotérica em áreas como a teoria quântica e a física relativística, como também pensar as relações entre a física acadêmica e a física industrial e entre a ciência e a sociedade. De certo modo, o reposicionamento da física na cultura norte-americana, a consolidação, no imaginário popular, da *physics* como *natural science* e não como *medicine*, foi concomitante à criação e desenvolvimento do *American Institut of Physics*. Desde sua fundação, o Instituto passou a publicar algumas revistas, como *Review of Scientific Instruments*, *Journal of Applied Physics*, e *Journal of Chemical Physics*. Em 1948, o Instituto lançou o que define como sua *unifying magazine*³⁰⁸, com o intuito de aproximar ainda mais ciência e sociedade³⁰⁹.

³⁰⁶ <https://www.aip.org/aip/history>

³⁰⁷ COMPTON, Karl T. *The founding of the American Institute of Physics*. *Physics Today*. V.5, N.2, p.4 (1952)

³⁰⁸ <https://www.aip.org/aip/history/publications>

³⁰⁹ A ideia de “aproximação” entre A e B pressupõe que A e B sejam esferas separadas, independentes, e que é vantajoso encurtar, de algum modo, o espaço que as separa. Tal visão ainda endossa a cisão entre interno e externo, dentro e fora, *insider* e *outsider*, presente, por exemplo, no debate entre internalistas e externalistas. Cremos que outro modo de abordar o papel da *Physics Today* desde sua fundação, seja endossando menos a ideia de “aproximação” e mais a noção de “tomada de consciência”. Deste modo, não seria o caso de aproximar ciência e sociedade, porque ambas já são intrinsecamente concomitantes, entrelaçadas, simultâneas e interconectadas, mas de “tomar consciência” de tal imbricação. Não seria necessário juntar o que nunca esteve

No primeiro número desta *unifying magazine*, Henry Barton, o primeiro diretor do Instituto³¹⁰, assinou uma coluna chamada *Institut Doings* na qual explicava que desde 1931-1932 havia o projeto de expandir o escopo da *Revista de instrumentos científicos* a fim de tornar a revista mais ampla. Todavia, por dificuldades financeiras, o projeto não pode ser concretizado até meados dos anos 1940, quando o Instituto já não podia protelar mais;

Naquele ano [1944] uma espécie de ‘*town meeting*’ de físicos ocorreu na Filadélfia sob a organização do *National Research Council*, ocasião em que muitas ideias sobre o que estava errado com as organizações dos físicos foram levantadas livremente, bem como reflexões sobre o que poderia ser feito. **Foi acordado que era necessária uma unidade maior** [grifo nosso] (BARTON. 1948, p. 4)³¹¹.

Desde então uma série de reformas internas ocorrem no Instituto para concretizar o objetivo de produzir a “unidade” almejada na reunião de 1944, e a ideia de uma revista mais ampla e inovadora era vista como estratégica para tal projeto. Foi com esse espírito que a *Physics Today* foi fundada. Era uma tentativa, um “experimento”, mas que deveria ser levado a cabo:

Estamos tentando fazer algo diferente de tudo o que já foi feito até aqui (...). Nós devemos experimentar. Os físicos certamente aprovarão tal abordagem. Eles podem nos ajudar nesta solução, expressando suas sugestões e críticas (BARTON. 1948, p. 4)³¹².

Em seu primeiro número, a revista é definida em seu expediente como a *general-interest journal on physics*, e uma “Nota do Comitê Executivo do AIP” declara que a revista foi “projetada para servir aos seus membros e outras pessoas que se interessam pela física como campo de atividade humana”³¹³. A revista se apresenta, portanto, como aberta, exotérica, de interesse geral para os físicos, mas também para todos aqueles que se interessam

separado, mas esclarecer a união. Todavia, parece-nos que optar por tal redação seria projetar na revista a nossa concepção de ciência, ao invés de buscar a sua. Não estamos certos de que a *Physics Today* tenha feito mais do que buscar encurtar a distancia entre ciência e sociedade, assumindo, portanto, uma fronteira entre ambas. Ocorre que a fronteira deixava de ser compreendida como muralha intransponível ou zona de difícil trânsito, e se tornava porosa e flexível, onde novas práticas “alfandegárias”, como o diálogo, mais do que possível, eram necessárias. A fundação de *Physics Today* representava mais um passo dado pelo Instituto em sua “política de relações exteriores” no sentido de substituir o insulamento pela diplomacia. As velhas questões da legitimação e do financiamento continuavam postas. Por que a sociedade deveria financiar a física no pós-guerra? Como garantir a consolidação e a expansão do ensino de física sem tornar a ciência próxima do dia a dia do “homem comum”? Como justificar a física como prioridade orçamentária em tempos de paz? Era preciso adotar estratégias diplomáticas de aproximação cada vez maior entre A e B, mas sem que A e B se tocassem e interpenetrassem, alterando assim a “ordem interna” e a “autonomia” científica.

³¹⁰ SEITZ, Frederick. *Obituaries: Henry A. Barton*. *Physics Today* V.37, N. 1, p. 94 (1984)

³¹¹ BARTON, Henry A. *Institut Doings*. *Physics Today*. V.1, N.1, p.4 (1948)

³¹² Idem.

³¹³ *Physics Today*. V.1, N.1, p.2 (1948)

pela física como atividade humana. Tal posição estratégica e “diplomática” é como que um duplo convite: aos físicos, para que recebam bem os leigos interessados e com eles compartilhem sua publicação, e à sociedade, para que “se sinta a vontade” e se deleite com a revista. Ainda na mesma nota, o comitê explica que todos os associados receberão a revista sem a necessidade de pagamento de taxas extras, e que tal política continuaria enquanto a publicação se mostrasse financeiramente viável. Isso ajuda a explicar uma das características interessantes da revista: o alto número de anúncios publicados em suas páginas. Geralmente são anúncios de instrumentos científicos como geradores Van de Graaff, voltímetros, amperímetros, galvanômetros e demais produtos de utilização laboratorial, ou de manutenção de tais máquinas, como óleos lubrificantes.

A relação entre ciência e indústria está explícita nas páginas de *Physics Today*. Independente do que nos dizem seus artigos, seus anúncios também têm muito a dizer.

Nas 41 páginas do primeiro número, havia anúncios em 14 delas³¹⁴, o que equivale a mais de 30% das páginas da publicação. Os anúncios possibilitaram à revista cumprir com o planejamento inicial e manter sua publicação ativa. Ao mesmo tempo podemos pensar que os anúncios faziam parte do conteúdo da revista, assim como os artigos, resenhas e demais seções, em que pesem as devidas diferenças.

Os anúncios eram, de certo modo, meios e fins. Por meio deles a revista financiava sua publicação, e ao mesmo tempo, divulgava para o público leitor as últimas novidades da indústria de instrumentos científicos e afins. A revista, deste modo, acabava por ser, também, um “catálogo” de produtos úteis aos físicos leitores. Logo, a revista cumpria com mais esta função; promover o “encontro” entre físicos como potenciais compradores de instrumentos científicos e a indústria deste segmento.

O volume 1, número 1 da *Physics Today* trazia uma estrutura que seria preservada pelos próximos anos, com pequenas variações. Além dos artigos (quatro ao total) a revista era composta por diversas seções, a saber, *Editorial*, *Institut Doings*, *Washington Letter*, *Notes from abroad*, *Journal Notes*, *News and Views*, *Books*, *Whereabouts*, *Calendar of Events* e *Obituaries* – como já o dissemos, os anúncios compunham parte desse conteúdo, levando aos físicos informação do que havia de mais atual em produtos e instrumentos científicos.

Institut Doings era a voz da diretoria do Instituto, assim como, naturalmente, o *Editorial* era a voz da revista. *Washington Letter*, assinado por M. H. Trytten, tratava do que se passava, a partir de Washington D.C., na política científica dos Estados Unidos. *Notes from Abroad* versava sobre o que ocorria na física em outros países. Tal seção pode ser

³¹⁴ Nas páginas 1, 24, 26,27,28,29,30,32,34,36,38, 39, 40,41. Alguns anúncios são de página inteira.

compreendida como expressão daquela busca por unidade e superação das fronteiras. Nos primeiros cinco anos (1948-1952), países como México, Brasil e Austrália além de países europeus, foram contemplados. No primeiro número os países abordados foram a Inglaterra, a Holanda e a Itália. Na primeira nota sobre a Inglaterra, N. F. Mott³¹⁵ demonstra uma preocupação estratégica ao falar de um problema britânico que era comum aos departamentos de física em todo mundo: obter financiamento para comprar equipamentos e pagar pessoal (MOTT. 1948, p. 9)³¹⁶. *Journal Notes* trazia pequenas notas sobre questões técnicas como descobertas recentes, publicações, instrumentos. *News and Views* informava ao leitor sobre pequenas notícias de eventos ou generalidades do mundo da física. Novos laboratórios, eleições de departamento, associações, encontros, publicações e miscelânea. *Whereabouts* listava transferências, promoções, realocações, atualizando os leitores sobre as colocações institucionais dos físicos.

Em *Books*, o leitor conhecia brevíssimas resenhas de livros recém-lançados. Dois dos seis livros comentados no número 1 refletem a amplitude dos interesses da *Physics Today*. O historiador da ciência de Harvard, Bernard Cohen³¹⁷, escreveu sobre *The Growth of Physics*³¹⁸ de Sir James H. Jeans, enaltecendo uma abordagem de história da ciência por um físico que é um *profundo conhecedor da física e de sua história* (COHEN. 1948, p. 25). Nesta obra, Jeans começa sua história da ciência pela Babilônia antiga, passa pelos gregos clássicos e por Alexandria, até chegar à ciência moderna. Já Karl K. Darrow, secretário da *American Physical Society*³¹⁹, escreveu sobre *Physical Science and Human Values*, de Eugene Paul Wigner, um dos maiores nomes da mecânica quântica³²⁰. Nesta obra, Wigner trata da influência da sociedade sobre a ciência e da ciência sobre a sociedade. Um detalhe interessante aos leitores brasileiros é a resenha que E.O.Salant escreveu para *Nuclear Physics in Photography* de Powell e Ochiellini. Para o autor:

³¹⁵ Físico britânico (1905-1906) vencedor do Nobel de física de 1977. Ver: PIPPARD, Brian. Nevil *Obituaries: Nevill Francis Mott*. *Physics Today* V.50, N. 3, p.95 (1997)

³¹⁶ Op cit.

³¹⁷ DASTON, Lorraine; RICHARDS, JOAN.I. *Bernard Cohen*. *Physics Today* V.57, N.7, p.75 (2004)

³¹⁸ Esse mesmo trabalho de Jeans foi posteriormente resenhado em outro jornal da AIP, o *American Journal of Physics*. Ver: BROWN, Sanborn C. *Am. J. Phys.* 20, 117 (1952)

³¹⁹ DARROW, Karl K. *My sixty years with The American Physical Society*. *Physics Today* V.27, N.7, p. 38 (1974)

³²⁰ VOGT, Erich. *Eugene Paul Wigner: A Towering Figure of Modern Physics*. *Physics Today* V.48, N.12, p. 40 (1995)

Talvez não seja nenhum exagero afirmar que o mais impressionante trabalho em física na última década seja a descoberta do méson pesado [méson π] e seu decaimento em um méson leve, feita por C. M. G Lattes, C. F. Powell e G.P.S. Occhialini, na Universidade de Bristol [grifo nosso] (SALANT. 1948, p. 25)³²¹.

Na nascente *Physics Today*, o brasileiro César Lattes era mencionado, ainda que em uma breve resenha, como coautor do *trabalho mais impressionante da física na última década*. Além dessas diversas seções, a revista, em sua edição inaugural contava com quatro artigos. O artigo de capa, *Trends in American science*, era assinado por Vannevar Bush. O artigo *Color vision*, de David L. MacAdam, tratava da biofísica da visão, *A Newsman looks at physicists* era um artigo bem humorado sobre a relação entre físicos e jornalistas e as peculiaridades do jornalismo científico, assinado por Stephen While, enquanto *Physics and cancer*, de Arthur K. Solomon, explorava os impactos da física no tratamento do câncer, bem como dos riscos da exposição à radiação para o desenvolvimento da doença.

O autor do artigo de capa do primeiro número da revista, Vannevar Bush, foi um engenheiro, inventor e político norte-americano. Considerado um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento do “complexo militar-industrial” nos Estados Unidos, Bush foi um importante ator político no desenvolvimento da bomba atômica pelo Projeto Manhattan durante a Segunda Guerra (LEE. 1974, p. 71)³²². O nome de Bush, portanto, é indissociável da *Big Science*, tanto quanto a Big Science é indissociável da tecnociência utilitarista. Não é nada trivial que o primeiro número da *Physics Today* tenha dado sua capa a *Trends in American science*, texto em que Bush sustenta que, apesar dos enormes avanços em ciência aplicada, sobretudo em física, os Estados Unidos deveriam permanecer fomentando a pesquisa básica³²³, de modo que fosse *assegurada a preservação da liberdade necessária à pesquisa fundamental* (BUSH. 1948, p. 39)³²⁴.

Não é irônico que o principal artigo da edição de inauguração da revista que escolhemos para ilustrar uma imagem de ciência mais ampla e menos utilitarista seja de um dos mais contundentes ativistas da *Big Science*? Não será extremamente simbólico e significativo que a *Physics Today* comece assim, como que indicando sua filiação a um determinado modo de conceber a ciência? Nosso argumento é que este fato não torna a *Physics Today* um instrumento de difusão do *ethos* da *Big Science*, mas apenas revela

³²¹ Op. Cit.

³²² LEE, Dubridge. *Obituaries: Vannevar Bush*. *Physics Today* V. 27, N.9, p. 71 (1974).

³²³ <http://scitation.aip.org/content/aip/magazine/physicstoday/article/1/1/10.1063/1.3066027>

³²⁴ Op cit.

algumas coisas; primeiro, aquilo que Norbert Elias afirma de Mozart, a saber, que não é possível separar o indivíduo de sua época, que não é possível descolar o personagem estudado de seu tempo e do complexo contexto de suas interações sociais (ELIAS. 1995)³²⁵, segundo, que não é possível compreender os acontecimentos a partir de um olhar simplório e dicotômico que divide o mundo em pares autoexcluentes. Quanto ao primeiro ponto, precisamos lembrar que a *Physics Today* é fundada em 1948, apenas três anos após o término da Segunda Guerra, e que seu “nascimento” deve ser devidamente posto em seu contexto histórico, político e social. Para uma revista que pretende discutir as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, entre ciência e política, nada mais natural, em 1948, que começasse abordando as aplicações bélicas da ciência, a influência mútua entre a ciência como modo de produção do conhecimento e a guerra como processo histórico que impacta e é impactado pela ciência, e discutindo se a ciência aplicada era de fato o único caminho para a pesquisa científica nos Estados Unidos. Isso revela que a *Physics Today* nasce como uma revista do seu tempo. Quanto ao segundo ponto, dividir os atores das práticas científicas em “utilitaristas” e “epistemicistas” sem fazer a contextualização necessária é tão pueril quanto conceber que a sociedade é formada por “bons” e “maus”, anjos e demônios. Existem sempre tensões, contradições, outras versões e múltiplos olhares. A realidade é sempre mais complexa. O próprio Bush, que tanto incentivou a *Big Science* e o complexo militar-industrial, sabia que a ciência não poderia voltar às costas para a pesquisa básica, que em tese é sem interesses utilitários imediatos e evidentes.

Como engenheiro, inventor, político, Bush esperava que a ciência pudesse ser aplicada e gerasse inovação tecnológica, novas possibilidades e produtos, mas sabia também que sem a ciência fundamental, sem a pesquisa básica, a pesquisa aplicada não poderia se desenvolver:

Para gerar mais empregos precisamos fazer produtos melhores e mais baratos. Queremos uma profusão de novos e vigorosos empreendimentos. Mas novos produtos e processos não nascem prontos. Eles se alicerçam sobre novos princípios e ideias, que por sua vez, resultam da pesquisa básica. A pesquisa básica é o capital científico (BUSH apud WIESNER. 1979, p. 99)³²⁶.

³²⁵ ELIAS, Norbert. *Mozart, sociologia de um gênio*. Sérgio Goés de Paula (trad.). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1995.

³²⁶ WIESNER, Jerome B. *Vannevar Bush 1890-1974. Biographical Memoir*. Washington DC: National Academy of Science, 1979.

Para fomentar a pesquisa básica, Bush propôs a criação da *National Research Foundation*, uma instituição onde uma atmosfera de criatividade pudesse alavancar a pesquisa (WIESNER. 1979, p. 99)³²⁷.

Bush era um homem de carne e osso próprio de seu tempo, com tensões vivas dentro de si mesmo; por um lado incentivando a ciência capaz de gerar resultados práticos imediatos, e por outro, sabendo que nenhuma utilidade prática pode ser desenvolvida sem ter por base o conhecimento fundamental puro, abstrato, sumamente teórico. É significativo que o número inaugural da *Physics Today* tenha começado levantando tal questão. A revista nasce cumprindo a promessa de ser um fórum aberto onde se pode discutir a ciência a partir de uma perspectiva mais sofisticada, não como se fora a ciência uma torre de marfim isolada de todo o resto, mas algo cuja dimensão social e política não pode ser obliterada.

4.5 O primeiro editorial

David A. Katcher foi um físico da Universidade de Wisconsin que, durante a Segunda Guerra, serviu como pesquisador nas forças armadas no *Naval Ordnance Lab*. Com o término da Guerra, Katcher ficou momentaneamente desempregado, até ser convidado para assumir o projeto de criação da *Physics Today* pelo *American Institute of Physics* em 1947³²⁸. Katcher assume a *Physics Today* com uma política editorial e uma orientação bem definidas. A política editorial era criar um ambiente de máxima liberdade intelectual para que os autores pudessem publicar o que realmente pensavam. E a orientação da AIP era extremamente audaciosa:

Lembro-me de no início, o *American Institute of Physics*, informar-me que um dos propósitos da *Physics Today* deveria ser “unificar a física”. O que eles querem dizer com a unificação da física? Como unificar isso? Eu não sei. (KATCHER. 1986)³²⁹

O AIP buscava a unidade da física. Em nossa concepção, embora possa ser explicada de outras formas, a “unidade da física” é um pressuposto metafísico, senão acerca da natureza

³²⁷ Op. cit.

³²⁸ OFFUTT, Martin C. *David Abraham Katcher*. *Physics Today* V.56, N.7, p.72 (2003)

³²⁹ KATCHER, David A. *Interview of David Katcher by Finn Aaserudon* 1986 April 16, Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, <www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4699>

do real (a unidade da física refletiria a unidade da natureza), ao menos acerca do conhecimento. Pressupor que a *Physics Today* poderia fomentar a unidade da física é pressupor que há algo de peculiar no conhecimento científico que possibilita sua unificação a despeito da abundante pluralidade de práticas e saberes. Como todo pressuposto metafísico está coligado a princípios axiológicos, podemos ir além e interpretar que o *ethos* que o AIP queria imprimir à *Physics Today* era contrário à especialização, ou hiperespecialização da física, pois estas poderiam representar o insulamento e a alienação do físico, e a fragmentação da física. A busca por unidade expressava uma recusa à especialização vigente, à redução da física ao utilitarismo industrial por um lado, e ao academicismo, por outro. Ora, áreas específicas da física, se tomadas isoladamente, são inseparáveis da indústria, ao passo que outras são puramente “acadêmicas”. Mas o ideal da *Physics Today* era justamente não tomar nenhum campo de forma isolada, mas cada parte como pertencente a um todo.

A questão é que nem o AIP, tampouco Katcher, sabiam o que era essa unidade, e como alcançá-la, ou como tomar a física como parte de um real complexo, no qual a física se relacionava com os demais campos da atividade humana, conforme a missão da revista declara. Ora, a “unidade” e a “complexidade” não eram fatos, mas valores. Eles não sabiam o que eram, nem como alcançar, porque tais coisas eram ideais a ser perseguidos. Sendo assim, a *Physics Today* nasce como uma revista em permanente construção, um projeto em aberto, uma experiência em tempo real de cultivo de um ideal.

Além de buscar a unificação da física, *o objetivo da revista era fazer uma ponte ligando a física e o público leigo inteligente* (KATCHER, 1986)³³⁰. Tal objetivo está de pleno acordo com sua missão institucional, que frisa três pontos, conforme vimos: (1) a unificação da física acima das diferenças disciplinares; (2) o aprofundamento de suas complexas relações com outras áreas; e (3) a criação de um espaço aberto para a discussão. Esse objetivo ficou evidente logo no primeiro editorial da revista, o que não é nada trivial. O editorial possui uma grande importância porque não expressa uma posição pessoal, mas a opinião de um determinado grupo, ou, dizendo de outro modo, por meio do editorial, uma instituição se posiciona, demarca o lugar de onde está falando, assume uma determinada linha. Duas coisas possuem uma elevada força simbólica na definição da identidade institucional (como aquela instituição quer ser lida, entendida, como ela quer entrar no debate) de um veículo de comunicação: sua missão, e seus editoriais. Creio que o primeiro editorial é ainda mais significativo, pois é o “cartão de apresentação” à sociedade. David. A. Katcher assina o

³³⁰ Op. Cit.

primeiro editorial da *Physics Today* enfatizando sua missão institucional. A ideia de superar as fronteiras criadas, ou alargadas, pela especialização, surge logo nas primeiras linhas:

Há seccionalismo³³¹ em física como em qualquer domínio de atividade humana. O pesquisador, professor, físico teórico ou experimental, investigador em ciência pura ou aplicada têm suas lealdades de grupo e seu ceticismo. Outra compartimentação está aparecendo. Lentamente, como os campos de pesquisa tornam-se cada vez mais especializados, o conhecimento compartilhado por investigadores em suas revistas técnicas está se tornando um segredo compreendido apenas dentro daquele campo especializado. Então, chegou o momento de dar um breve vislumbre de o que se passa nos vários campos da física em termos de conceitos fundamentais, e não como uma coleção de fatos desconexos (KATCHER. 1948, p. 3)³³².

Este início do editorial de maio de 1948 nos diz o quanto Katcher, em nome do AIP, posicionava a *Physics Today* contra a cultura de especialistas, buscando a unidade por trás dos “seccionalismos”. Estes, por sua vez, eram de dois tipos: inevitáveis (próprios de todas as atividades humanas) e evitáveis (frutos da compartimentação do todo por especialização das partes). A *Physics Today* se apresentava abertamente contrária a este segundo tipo. Pretendia discutir o que se passava nos mais diversos campos da física a partir de uma abordagem dos conceitos fundamentais, e não simplesmente catalogando fatos sortidos próprios de cada especialidade. Podemos avançar um pouco mais em nossa compreensão daquele pressuposto de unidade do conhecimento físico, central para o empreendimento da revista. Quando falamos em revista podemos pensar em um objeto, no resultado final. Mas lembremos de que uma revista é um complexo conjunto de práticas, discursos, compromissos institucionais, saberes coletivos, e que, portanto, o resultado final é como um vértice por onde passam linhas de força que são epistêmicas, políticas, sociais, e econômicas. Os três primeiros parágrafos do editorial de Katcher revelam “onde”, em qual “nível da realidade” a *Physics Today* iria buscar aquela unidade tão desejada. A unidade não poderia ser vislumbrada na superfície dos fatos desconexos, mas no nível dos *conceitos fundamentais*. A compreensão – e não se trata de saber se justificada ou injustificada – era que os conceitos fundamentais da física poderiam re-conectar, ou re-ligar, as partes seccionadas. Essa seria a grande unificação epistêmica, conceitual. Mas Katcher logo em seguida parece abrir mão de tal unidade e indicar que outra

³³¹ A palavra usada no original é *sectionalism*. Traduzimos por seccionalismo, palavra não encontrada no Novo Dicionário Aurélio e em outras fontes consultadas. Nesta obra há “seção”, e “seccional”, indicando à seção. Seção, por sua vez, pode designar uma das partes de algo que está dividido. Logo, optamos pelo neologismo seccionalismo em alusão à seccional, de seção. Pareceu-nos alternativa melhor do que utilizar outras palavras, como corporativismo ou sectarismo, que poderiam deturpar bastante o uso pretendido pelo autor no texto original. Ver: FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1975. p. 1279.

³³² KATCHER, David A. *Editorial*. *Physics Today* V. 1, N.1, p.3 (1948).

estratégia é possível: uma estratégia de unificação social e política, diríamos. Para evitar a hiperespecialização seria necessário aprofundar a relação entre ciência e sociedade:

A Physics Today é para o físico, para informá-lo em linguagem cotidiana, do que se passa e por que e quem vai para onde. Mas é também para o químico, biólogo, e o engenheiro, para dizer-lhes da ciência no sentido de que eles são movidos por muitas das suas investigações; é para o aluno, o professor, o advogado, o médico, e todos os que estão curiosos sobre a física; é para funcionários administrativos que lidam com a investigação; é para editores e escritores cuja profissão os coloca a meio caminho entre o que é feito e como isto deve ser relatado; é para você, razão que o trouxe a esta página. Aí está o desafio! Pode uma ciência tão dependente de uma terminologia precisa, ser satisfatoriamente comunicada a físicos e não-físicos? Nós acreditamos que pode e deve ser. (KATCHER. 1948, p. 3).

Para tanto, uma redação não técnica, um estilo não especializado será necessário. O objetivo é comunicar as ideias da física sem que estas se vejam limitadas por fronteiras. As fronteiras, sejam internas, entre os diversos campos da física, sejam externas, entre a física e a sociedade, devem ser vencidas. O trânsito livre de ideias nessas duas dimensões deve substituir o insulamento tradicional. Em seguida, Katcher desenvolve uma compreensão bastante complexa do que seja a ciência, e qual imagem de ciência a *Physics Today* pretende reforçar. A ideia é que a revista possa informar ao leitor leigo o quanto a ciência é menos uma atividade luminosa, progressiva, levada a cabo por gênios, e mais um conjunto de práticas coletivas, empreendidas por grupos que “tateiam no escuro”³³³. Esse é o preço a pagar pela unificação da física; se no plano esotérico, uma compreensão dos conceitos fundamentais da física pode ser o caminho para a superação das fronteiras da especialização, em uma dimensão mais ampla, a unidade a ser conquistada requer estratégias políticas e sociais. A re-integração entre ciência e sociedade demanda o duplo movimento de desmistificar e politizar a ciência. É preciso desconstruir a imagem de senso comum de ciência como torre de marfim habitada por gênios nos espaços etéreos, vivificando a dimensão social, coletiva, institucional do empreendimento científico. Além disso, é necessária uma teoria do conhecimento capaz de romper com a ideologia científicista. Ao declarar que a pesquisa é mais uma busca no escuro do que um glorioso tropel de luzes geniais, Katcher desconstrói a imagem infalível da ciência como produtora da verdade definitiva, humaniza os cientistas e insere suas práticas no *hall* das atividades coletivas humanas. Por fim, o editorial conclui enfatizando que a revista não dispõe, previamente, das respostas para os problemas e desafios que podem surgir. Os esforços iniciais estão sujeitos à modificação. A revista está em construção.

³³³ Op. Cit.

4.6 Os primeiros dez anos

Consideramos que, para compreender a identidade intelectual da *Physics Today*, sua imagem de ciência, o modo como concebia a inserção da ciência como parte de um todo complexo e plural, era fundamental não nos atermos às ideias autodeclaradas pela *Physics Today* acerca de sua identidade e atividade. Não poderíamos ignorar esses dados – sem dúvida muito importantes –, mas eles não bastavam. Era preciso considerar suas práticas, sua política editorial efetiva, o “comportamento” da revista ao longo de um determinado tempo, o modo como aquelas ideias se encarnavam, ou não, em ações concretas, constituintes da construção de uma história. Aqui, assumíamos a premissa que identidades institucionais não são dadas *a priori*, como essências, mas são processos sociais.

Deste modo, selecionamos a primeira década de publicação, 1948-1957, como nosso objeto. Como a tensão entre as concepções epistêmicas e utilitaristas de ciência seriam tratadas pela revista? Como aqueles ideais de unificação da física e relação com a sociedade apareceriam nas publicações da revista? O que a estrutura da revista, e sua política editorial, nos revelariam de sua identidade? Analisamos todos os 116 números publicados nos dez primeiros volumes³³⁴ para obtermos uma compreensão, ainda que parcial, do problema levantado. Após uma primeira fase de leitura geral dos números, de observação do estilo de publicação e linha editorial, verificamos que aquela complexidade e pluralidade do real assumida pelo AIP e pela *Physics Today* em sua fundação, se expressava em sua política editorial na forma de uma considerável amplitude de temas abordados. Diversos assuntos eram contemplados, e uma mesma edição poderia nos trazer textos que dificilmente poderiam receber a mesma classificação. A profusão de informações não ocorria somente por meio da pluralidade de temas dos artigos, mas também por conta das mais variadas seções:

1. ***Articles***

(Textos principais)

2. ***Editorial****

(*alguns números)

3. ***Institut Doings***

(Seção de comunicação da direção do AIP)

4. ***Washington Letter***

³³⁴ Agradecemos ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) pela disponibilização de seu acervo para consulta.

(Seção que trata do que se passa na política científica nacional a partir de Washington D.C)

5. *Notes from Abroad*

(Seção dedicada a informar o estado atual da física e da política científica de física no exterior).

6. *Journal Notes*

(Pequenas notas sobre questões técnicas de física publicadas em periódicos especializados).

7. *News and Views* (Breves notícias sobre eventos, novos laboratórios, eleições, associações, encontros, e publicações).

8. *Books*

(Resenhas de publicações de física, demais ciências, história da ciência e filosofia da ciência).

9. *Whereabouts*

(Seção com informações institucionais como transferências, promoções, admissões de físicos).

10. *Letters to the Editor*

Cartas ao editor.

Além destas seções, corriqueiramente se publicava um “calendário de eventos”. Merece destaque também a quantidade de anúncios, tema do qual já tratamos acima. Consideramos que os artigos deveriam ser nosso objeto principal. De um modo geral, uma revista não se responsabiliza pela “opinião” de seus articulistas. Cabe, aqui, máxima atenção para não sermos ludibriados pelo “mito da neutralidade”. Se, por um lado, cada articulista fala em seu nome, a partir de um lugar que não é neutro, o lugar onde sua voz ecoa, a revista, também não pode ser esvaziado e esterilizado, como se não abrigasse interesses políticos e sociais, tensões, ideologias, pressupostos metafísicos e princípios axiológicos. É claro que o autor de um artigo é o responsável pelas ideias escritas, mas as práticas de publicação pressupõem afinidades e filiações políticas, sociais e epistêmicas. Uma revista possui um escopo. A cessão de espaço nunca será algo trivial e neutro. O artigo publicado poderia não ter sido sequer aceito. A revista não é coautora, mas é coadunadora; ao publicar um artigo, indica que tipo de discussão merece destaque, quais práticas de ciência busca legitimar, quais disputas deseja enaltecer, quais tensões pretende tornar públicas. O tipo de discussão que uma revista de física promove, a partir dos artigos que decide publicar, acaba por revelar sua concepção de ciência.

Conforma já dissemos, os artigos publicados nos primeiros dez anos compreendiam uma ampla gama de temas. Deste modo, fizemos a opção metodológica por elaborar uma

“taxonomia”, uma classificação criteriosa dos artigos. Não bastava verificar o pluralismo e a complexidade expressos pela política editorial. Pareceu-nos necessário quantificar tal estado de coisas para chegarmos a uma compreensão mais concreta de nosso objeto. O espírito da *Physics Today* assumiria qual forma ao ser encarnado no *corpus* proposto? Sendo assim, elaboramos uma “tábua de classificação”, uma série de parâmetros que nos permitissem uma seleção “metrológica” dos artigos:

1. **Física** → Artigos técnicos de quaisquer áreas da física. Artigos *de* física.
2. **Biofísica** → Artigos técnicos explorando a interface entre física, fisiologia e biologia.
3. **Física médica** → Artigos técnicos de física médica, explorando as aplicações da física nas ciências da saúde.
4. **ET&I** → Artigos e ensaios sobre as aplicações da física na engenharia (sobretudo elétrica, eletrônica e mecânica), na tecnologia e inovação.
5. **CTPS** → Artigos e ensaios escritos por físicos, filósofos, historiadores e políticos, explorando as relações entre ciência, tecnologia, política e sociedade, ou a dimensão sociopolítica da ciência e tecnologia. Artigos *sobre* física.
6. **História da Ciência** → Artigos e ensaios escritos por físicos e historiadores sobre trajetórias científicas, institutos, ideias.
7. **Filosofia da Ciência** → Artigos e ensaios escritos por físicos e filósofos sobre questões epistemológicas.
8. **Axiologia** → Artigos e ensaios sobre os valores, ou a ética da pesquisa científica.
9. **Pesquisa e Literatura** → Artigos sobre a situação da pesquisa e da literatura científica. Debates sobre publicações científicas.
10. **Educação científica** → Artigos sobre educação científica, política científica educacional, ensino de ciências na educação básica.

Nosso critério para chegar a esses dez “tipos ideais” foi ler artigo a artigo, classificando-o conforme o conteúdo. A cada artigo cujo conteúdo não poderia ser classificado em um tipo já existente, um novo tipo era criado. Nenhum artigo foi classificado meramente por seu título, mas alguns permitiam uma pré-classificação segura a partir da análise combinada de *título* + *resumo*, sendo confirmada por uma consulta ao texto. Deste modo, dificilmente deixaríamos de classificar como artigo de **Física** o artigo do físico húngaro Laslo Tisza (1907-2009), *Helium, the unruly liquid* publicado no volume 1, número 4

(1948)³³⁵, no qual se lê que *o hélio líquido se arrasta ao longo das paredes de seu recipiente, conduz o calor melhor do que qualquer outra substância, e apresenta outras propriedades estranhas*, e no qual o autor, um pesquisador no campo da física de baixa temperatura, investiga, a partir do hélio, as propriedades quânticas da matéria (TISZA. 1948, p. 4). Da mesma forma, não poderíamos deixar de classificar como **CTPS** o artigo do físico norte-americano John H Manley (1907-1990), *Secret Science*, publicado em novembro de 1943. Neste trabalho, Manley, que integrou o *Manhantam project* durante a Segunda Guerra, promove uma discussão na fronteira entre **CTPS** e **Axiologia** ao tratar das tensões políticas e sociais entre o caráter público e aberto da pesquisa científica nas sociedades democráticas, e a imposição de sigilo para pesquisas que servem aos interesses da “segurança nacional”, como aquelas que envolvem a física nuclear (MANLEY. 1950, p. 8)³³⁶. O artigo pressupõe que a publicidade do conhecimento seja um valor da pesquisa científica. Todavia, seu foco não é uma discussão axiológica, mas política e social, ao enaltecer os conflitos e impasses decorrentes das tensões entre publicidade e segredo.

O exemplo escolhido serve para ilustrar o quão arbitrária é toda classificação de tal espécie. Se está claro que o artigo não é de física, ou física médica, com qual critério podemos afirmar que o artigo de Manley seja de CTPS e não de axiologia? Afinal, a oposição entre a natureza pública e privada do conhecimento científico não é matéria da mais tradicional discussão sociológica acerca do *ethos* científico? Por exemplo, Merton defendera que o *communism* é um valor fundamental da pesquisa científica, e que *todos os cientistas devem ter a propriedade comum dos bens científicos (propriedade intelectual) para promover a colaboração coletiva; o segredo é o oposto desta norma* (MERTON. 1973, p. 273-75)³³⁷. Mas isto prova, apenas, que as fronteiras entre as diversas áreas das ciências e que estudam as ciências, são mais do que porosas, são espumantes, ou gasosas; a discussão axiológica atravessa a questão social e política, e vice-versa. O artigo de Mayley é classificado como CTPS porque está mais interessado em discutir os problemas políticos e sociais decorrentes dos conflitos entre publicidade e segredo, do que tais categorias tomadas como valores de um sistema axiológico.

Quanto a outros artigos, não pairava a menor dúvida. Por exemplo, em junho de 1951 o físico e químico, pesquisador sênior da *Monsanto Chemical*, John R. Van Wazer, publicou

³³⁵ TISZA, LASLO. *Helium, the unruly liquid*. Physics Today V. 1, N. 4, p. 4 (1948).

³³⁶ MANLEY, John H. *Secret Science*. Physics Today V. 3, N. 11, p. 8 (1950).

³³⁷ MERTON, Robert K. *The Normative Structure of Science*, in Merton, Robert K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

Physics and Natural Philosophy, texto em que defendia que a física não deve ser laureada como o único campo de conhecimento legítimo sobre a natureza. A filosofia contribui para a física, assim como a física pode contribuir muito para a filosofia natural. Isto pressupõe reavaliar o lugar da física no conhecimento científico:

Neste breve e simples ensaio sobre o papel da física na filosofia da natureza, eu tentei mostrar que a física é apenas uma pequena parte de um todo. (...) desenvolvimentos recentes na cibernética tem demonstrado que a física pode contribuir para alguns dos ramos da filosofia natural (WAZER. 1951, p. 20).

Não foi difícil compreender que tal artigo deveria ser incluído dentre aqueles de filosofia da ciência³³⁸. Outros textos facilmente identificados como filosóficos foram *Physical Science and the objectives of the scientist*³³⁹, do professor de filosofia da Universidade de Notre Dame, John J. FitzGerald, no qual sustenta que física e filosofia possuem uma necessidade intrínseca de entendimento mútuo³⁴⁰, *Phylosophy for sciences students*³⁴¹, do mesmo autor, além de *History and Philosophy of science in a under graduate course*³⁴², de Norwood Russel Hanson (1924-1967), filósofo da ciência norte-americano (os dois últimos salientando a importância do conhecimento filosófico e histórico para a formação científica dos físicos e cientistas em geral).

Além de classificar era preciso periodizar. Como definir as séries históricas para análise? O modo mais simples seria lidar com um bloco único de dez anos, de 1948 a 1957. Para finalidades de pesquisa, dividir em dois blocos nos parecia uma estratégia melhor. Duas séries históricas de cinco anos? Percebemos que qualquer tentativa de estabelecer os períodos

³³⁸ Em 1954, Wazer voltou a dar uma singela contribuição filosófica e histórica à *Physics Today* por meio de uma carta ao editor na qual discutia a relação entre ciência e cultura, e a importância da ciência para a formação da civilização ocidental. Wazer fazia uma crítica ao artigo do historiador norte-americano Walter Prescott Webb (1888-1963) *Physics, History and Fate* (v.7, n.9, p. 10, 1954). Webb escrevera que *os físicos parecem pouco interessados ao que se passa ao seu redor*, razão pela qual ele situaria a física em seu contexto histórico, *para mostrar como ela se desenvolveu a partir de condições históricas peculiares* (WEBB. 1954, p. 10). Em sua carta de dezembro de 1954, Wazer diz concordar com Webb que a física desempenhou uma relevante função na modelação da civilização ocidental. Todavia, Wazer salientava que tal entendimento era demasiado recente. Não poderíamos dizer que antes do segundo quarto do século XX os cientistas e o público em geral estivessem igualmente cientes da importância da ciência em “moldar” a civilização (WAZER. 1954, p. 26). Pensar assim seria projetar uma atitude do presente no passado. Tal tipo de discussão é um bom indicador do tipo de debate fomentado pela *Physics Today* em seus anos iniciais.

³³⁹ V. 5, N.10, p.17 (1952)

³⁴⁰ Uma curiosidade quanto a este trabalho é que praticamente esse mesmo artigo foi publicado também em 1952 com outro título, em uma importante revista de filosofia britânica, a revista *Philosophy* do *Royal Institute of Philosophy* publicada pela *Cambridge University Press*. Ver: FITZGERALD, John J. *The nature of physical science and the objectives of the scientist*. *Philosophy*. Vol. 27, No. 101 (Apr., 1952), pp. 125-137.

³⁴¹ V. 8, N.2, p. 12 (1955)

³⁴² V. 8, N.8, p. 4 (1955)

a priori era demasiado artificial e arbitrário. Era preciso ler a revista, analisar a evolução de seu discurso no tempo, observar seu comportamento, sua construção, e daí extrair uma tabela periódica, se houvesse. Estudando os dez primeiros anos da revista, notaria o leitor alguma mudança na política editorial, nas práticas de publicação? Esse deveria ser o critério. Percebemos, então, que na primeira década a *Physics Today* teve três editores. O primeiro, como já vimos, foi David Katcher. Em novembro de 1950 (V. 3, N. 11) houve a troca na edição, sendo Katcher substituído por Gaylord P. Harnwell³⁴³ (1903-1982). Harnwell foi um físico norte-americano. Após se formar em 1924, trabalhou um tempo com Ernest Rutherford no Laboratório Cavendish em Cambridge, ao fim do qual foi para Princeton, onde recebeu seu PhD. Foi editor da *Review of Scientific Instruments*, e em 1938, assumiu o departamento de física da *University of Pennsylvania*, de onde seria presidente emérito posteriormente. Durante a guerra, Harnwell foi diretor da *University of California Division of War Research*³⁴⁴.

Em julho de 1953 Robert Davis assume a edição da revista, sendo o último editor do período³⁴⁵. Davis seria editor da revista até 1965. Em tese, portanto, David Katcher, Gaylord P. Harnwell e Robert Davis foram os três editores de *Physics Today* no período 1948-1957. Entre 1950 e 1953, como vimos, G. P. Harwell foi *Editorial Director*, assinava os editoriais e era o “chefe” do corpo editorial da revista. Todavia, há quem entenda que o cargo de editor fora desempenhado por Robert Davis desde 1950, quando este assume como *Managing Editor*. Davis teria assumido a chefia de *Physics Today* em 1950, *em tempos instáveis, quando ela era pequena, os recursos escassos, e seu futuro incerto*, e a teria consolidado como a grande revista de física do AIP³⁴⁶. Robert Davis (1917-2002) teve uma trajetória realmente fantástica na ciência. Em 1941 se formou em ciências humanas (BA) com ênfase em literatura inglesa. Um ano depois conheceu Stanley Frankel, um vizinho, com quem

³⁴³ Outras mudanças ocorrem neste momento. Na verdade, Harnwell substitui Katcher, mas não responde como editor, e sim como *Editorial Director*. Robert Davis, que seria o próximo editor da lista troca de função, deixando de ser *Assistant Editor* e se tornando *Managing Editor*. O *Editorial Advisors* com cinco membros se torna *Editorial Board*, com 15 membros. Os cinco membros iniciais permanecem, mas ganham a companhia de dez novos membros. Deste modo, novembro de 1950 marca uma acentuada mudança na equipe de *Physics Today*.

³⁴⁴ MANN, Alfred K.; UFFORD, Charles W.; WALES, Walter D. *Gaylord P. Harnwell (Obituaries)* *Physics Today* V.35, N.10, p. 92 (1982)

³⁴⁵ Entre 1950 e 1953 Robert Davis já seria considerado editor de *Physics Today*. Todavia, observamos que nesse período o principal nome à frente da revista, ao menos oficialmente, é Harwell. Como já dissemos, é este último que tem seu nome em destaque como chefe do corpo editorial na ficha técnica da revista e que assina os editoriais. Quando deixa a edição da revista em 1953, Harnwell se torna presidente do conselho editorial, onde permanece até 1955.

³⁴⁶ HUTCHISSON, Elmer (et al). *Robert Davis and Physics Today*. *Physics Today* V.18, N. 12, p. 17 (1965).

aprendeu a jogar xadrez. Frankel era estudante de física de Robert Oppenheimer e estava completamente impressionado com a habilidade de cálculo de Davis. Ele aprendera o jogo rapidamente, e demonstrava uma competência incomum para antecipar as jogadas e calcular os prognósticos. Frankel apresentou Davis a Oppenheimer, que constatou as habilidades incomuns de Davis. E então, tudo mudou:

Oppenheimer imediatamente colocou Bob para trabalhar no Laboratório de radiação fazendo cálculos para o desenvolvimento da fissão nuclear. (...) Quando a Segunda Guerra Mundial terminou, Bob editou relatórios técnicos e com o historiador David Hawkins, a História de Los Alamos. Em 1949, Bob mudou-se para Nova York, onde, por recomendação do Oppenheimer, foi contratado pelo *American Institut of Physics* (AIP) como editor assistente de *Physics Today*, da qual tornou-se editor em 1950 (PLINER. 2003, p. 87)³⁴⁷.

A trajetória invulgar de Davis simbolizava bem o espírito de *Physics Today* de superar as fronteiras entre “dentro” e “fora”, ciência e sociedade, conhecimento científico e outras formas de conhecimento. Entretanto, dissemos acima que o critério de periodização que estávamos procurando não poderia ser tomado *a priori*. Não bastava estabelecer os períodos conforme as trocas de editores, se tais trocas não expressassem uma mudança significativa – e mensurável – na condução da revista.

O fato é que ao ler atentamente os dez primeiros anos de *Physics Today* é possível constatar que alguma coisa acontece a partir de 1951. Ocorre que, desde então, a revista sofre uma guinada editorial, e a quantidade de artigos por área (conforme os “tipos” que estabelecemos) experimenta uma acentuada modificação. Ora, ao sabermos da mudança na edição da revista ocorrida em novembro de 1950, podemos conectar uma coisa à outra. A mudança na edição e a mudança na política editorial e nas práticas de publicação não eram meras coincidências. Sendo assim, os períodos ficaram muito claros. O primeiro indo de maio de 1948 a outubro de 1950, e o segundo de novembro de 1950 a dezembro de 1957.

O primeiro período, em que Katcher está à frente da revista, é marcado por um inequívoco predomínio de artigos de física. Em seguida, os artigos mais publicados são justamente aqueles que pensam a dimensão social, política, econômica e cultural da ciência, a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e política, que chamamos de CTPS. Entre 1948 e 1950, a *Physics Today* publicou pelo menos um artigo de cada um dos tipos que listamos acima (ver tabela 1).

³⁴⁷ PLINER, Roberta. *Robert Davis (Obituaries)*, *Physics Today* V. 56, N. 12, p. 87 (2003).

Tabela 1: Número de publicações por área na Revista *Physics Today* no período de maio de 1948 a outubro de 1950. (1) O ano de 1950 foi contabilizado até outubro, quando houve a troca de Editor da revista.

ANO	Física	Biofísica	Física médica	ET&I	CTPS	História	Filosofia	Axiologia	Pesq/Lit	Ed.C
1948	10	2	1	2	9	2	--	--	--	
1949	17	2	--	6	3	3	3	--	1	3
1950 ¹	17	2	--	--	8	2	2	1	1	1
Total	44	6	1	8	20	7	5	1	2	4

Sob a direção de Katcher, a *Physics Today* realiza, claramente, o esforço para expressar a visão pluralista e unificadora do AIP. Podemos observar uma revista de física tratando de uma ampla variedade de assuntos, dando grande espaço para a discussão da política científica, bem como promovendo entre os físicos determinados campos como a história da ciência, a filosofia da ciência e a educação científica. No período pós-guerra era de suma importância discutir o valor e o lugar da ciência em tempos de paz, bem como seu impacto, seus riscos e consequências nos tempos de guerra. É perfeitamente compreensível, portanto, a significativa quantidade de artigos de CTPS.

Porém, com a mudança na edição da revista no final de 1950, esse panorama começa a sofrer uma profunda transformação. A *Physics Today*, que, afinal, é uma revista de física, de um instituto de física, passa a publicar menos artigos de física e mais artigos acerca de questões políticas e sociais que envolvem a pesquisa física e o desenvolvimento tecnológico.

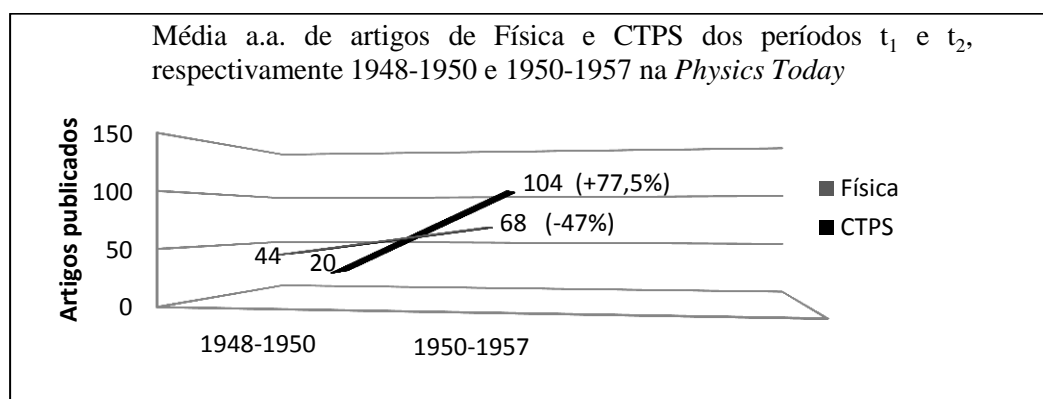
Tabela 2: Número de publicações por área na revista *Physics Today* no período de novembro de 1950 a dezembro de 1957.

ANO	Física	Biofísica	Física médica	ET&I	CTPS	História	Filosofia	Axiologia	Pesq/Lit	Ed.C
1950	3	--	--	--	4	--	--	--	--	--
1951	15	2	--	1	17	1 ¹	3	--	7	4
1952	17	--	--	4	21	1	1	1	--	2
1953	11	--	--	3	13	--	2	--	--	1
1954	7	--	--	2	13	3	1	--	2	1
1955	3	--	--	--	9	3	2	--	--	6
1956	5	--	--	1	16	3	--	--	5	1
1957	7	--	--	1	11	1	1	--	1	8
1958 ²					1				2	
Total	68	2	--	12	104	12	10	1	15	23

(1) A edição de outubro de 1951 comemorou os 20 anos de fundação da AIP. Diversos textos institucionais, de cunho histórico, foram publicados, embora não tenham sido contabilizados como “artigos” pela presente pesquisa. (2) A edição de janeiro de 1958 traz artigo sobre a situação da física na educação da União Soviética. Não contabilizamos tais trabalhos na soma do período estudado. Contudo, eles são relevantes pois coincidem com o lançamento, em 1957, do Sputnik.

Se levarmos em conta o total de artigos publicados por área em cada período, verificamos um crescimento bastante expressivo das publicações de CTPS, ao passo que a publicação média de artigos de física sofre uma grande queda percentual.

Figura 1: O gráfico ilustra a quantidade de publicações de física e CTPS em cada período avaliado.



No primeiro período (t_1), foram publicados, em média, 17,6 artigos de física por ano. No segundo período (t_2), tal média caiu para 9,3 artigos, um decréscimo de -47%. Já os artigos de CTPS tiveram uma publicação média de 8 em t_1 e 14,2 em t_2 . Verifica-se um aumento médio de 77,5% das publicações de CTPS no segundo período em relação ao primeiro, o que é bastante expressivo. Quando combinamos o decréscimo dos artigos de física com o crescimento dos artigos de CTPS, os dados são ainda mais impressionantes. Levando em conta que, no ano de 1948, as publicações de maio a setembro integram o primeiro período, e as publicações de outubro a dezembro o segundo, calculamos a taxa média de publicação anual (m) dividindo o total de publicações de um período (p) pela quantidade de anos do mesmo (t),

$$\frac{p_x}{t_x} = m_x$$

Encontrando a média dos dois períodos, m_1 e m_2 , calculamos a taxa de crescimento do segundo período em relação ao primeiro aplicando a equação³⁴⁸

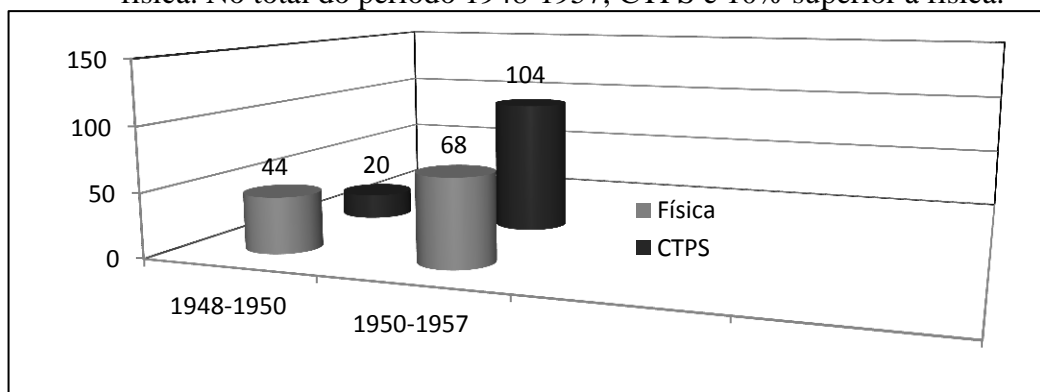
³⁴⁸ Tal equação pode ser utilizada em diversas áreas da ciência sempre que se quer comparar a evolução percentual entre o valor inicial e o valor final de um dado “montante” qualquer. Um exemplo de sua aplicação ao cálculo físico pode ser verificado em: AVERSA, Thiago Muza et al. *Síntese e sulfonação de resinas poliméricas macroporosas e avaliação na remoção de petróleo e de anilina em água*. Polímeros, São Carlos, v. 24, n. 1, p. 45-51, 2014. p. 46. No trabalho, os autores realizam o “cálculo do inchamento percentual volumétrico”, (I), por meio da equação $I = [(V_f - V_i) / V_i] \times 100$.

$$\frac{vf-vi}{vi} \cdot 100$$

em que $m_1 = vi$ (valor inicial) e $m_2 = vf$ (valor final) [ver próximo gráfico].

Paulatinamente a revista foi se tornando cada vez mais “aberta” e “complexa”, no segundo período.

Figura 2: O primeiro período (05/1948-10/1950) é marcado por uma publicação média de artigos de Física 120% superior à publicação de artigos de CTPS. Já o segundo período demonstra relação inversa. A publicação de artigos de CTPS é 52% maior que a publicação de física. No total do período 1948-1957, CTPS é 10% superior à física.



Com Davis (ou Harnwell-Davis) à frente da edição, a *Physics Today* busca realizar o projeto de tomar a física como parte de um todo, pensando-a em seu contexto histórico a partir das tensões políticas, sociais e econômicas de sua época. A ideia subjacente ao empreendimento é que o insulamento do físico põe em risco a própria física. É necessário, à contínua formação do físico e à legitimação da física no pós-guerra, que ela discuta não somente problemas técnicos, lógico-matemáticos das teorias físicas, ou questões pontuais envolvendo experimentos, mas problemas mais amplos a partir da assunção da física como atividade social e política. Não é nada trivial que a publicação total de artigos de CTPS seja 52% superior do que a publicação total de artigos de física no segundo período, e 10% superior no total da década. O crescimento de CTPS é ainda mais patente quando lembramos que no primeiro período a publicação de física era 120% superior a de CTPS.

Uma considerável parte deste aumento se deve a discussões que, a nosso ver, expressam o modo como as questões do utilitarismo e do valor da ciência aparecem na *Physics Today*. Como tal problema é tratado na literatura da revista? Sob uma série de artigos discutindo as tensões entre pesquisa básica ou ciência pura, e pesquisa aplicada, voltada para

a indústria e o desenvolvimento. Ora, mesmo que não usem o termo utilitarismo e epistemicismo, o que está em jogo nesta discussão é se o valor da ciência pode ser reduzido ou ao conhecimento fundamental – desinteressado –, próprio da pesquisa básica, ou ao interesse utilitário subjacente à pesquisa aplicada.

É fundamental lembrarmos que tal tensão é justamente o objeto do primeiro artigo da revista, *Trends in American science*, de Bush. Conforme já vimos, Bush, justamente um homem da política científica norte-americana dos tempos de guerra, do *Manhattan Project*, cuja história está ligada à consolidação da *Big Science*, cujas ações concorreram para promover o entrelaçamento utilitário entre ciência, tecnologia e inovação, é quem expõe o impasse conflitante entre investir cada vez mais aceleradamente em pesquisa aplicada, voltada para o desenvolvimento econômico e o progresso industrial, e fomentar a pesquisa básica, ainda que nenhuma possibilidade de aplicação possa ser vislumbrada no horizonte de eventos. Como utilizar os recursos do pós-guerra na formação de uma nova política científica nacional? Que áreas privilegiar? Não somente “porque a ciência é importante?”, mas “o que é importante na ciência?”. É possível, ou desejável, canalizar todos os recursos para a aplicação? Já salientamos o quanto Bush considerava de suma importância para a ciência norte-americana garantir a autonomia da pesquisa fundamental. O cientista que trabalha com pesquisa básica deve sentir-se livre para investigar o que e como quiser, sem sofrer constrangimentos oriundos dos interesses utilitários. Com o tempo, como consequência, a base criada por esse tipo de conhecimento servirá àqueles que se dedicam à aplicação.

É significativo que os dois primeiros artigos dos dois primeiros números de *Physics Today* tratem da relação entre pesquisa básica e aplicada. Há um movimento claro de expor a tensão, proporcionar um espaço para o debate, garantir que a questão seja discutida. No número 2 da revista no artigo *The challenge of industrial physics*³⁴⁹, de Howard A. Robinson, o autor apresenta a física industrial como o lugar onde os diferentes pontos de vista da física acadêmica (básica) e da física aplicada estão de certo modo imbricados. Além disso, a física industrial também é o espaço adequado para que o físico perceba a responsabilidade e o impacto social de suas práticas.

Robinson pensa que historicamente a física esteve entre *duas abordagens*, e que a física industrial depende de uma cooperação entre ambas:

Na investigação industrial há muitas vezes uma necessidade constante de proceder ao longo de duas linhas principais. Um grupo de cientistas, mesmo em um pequeno laboratório, corretamente se preocupa com o aprofundamento das simplificações

³⁴⁹ ROBINSON, Howard A. *The challenge of industrial physics*. *Physics Today*. V. 1, N. 2, (1948).

básicas da física em campos ainda não explorados, mas se algum uso efetivo deve vir destas generalizações, outro grupo de físicos ou químicos deve estar em condições de aplicar estas ou outras idéias para os problemas de interesse prático atual. Muitas vezes, em pesquisas sobre desenvolvimento de produtos, equipes que usam ambas as abordagens são necessárias. Curiosamente a equipe que utiliza métodos mais rápidos alcança resultados imediatos primeiro, e, em muitos casos, a abordagem fundamental deve ser reservada para os poucos problemas de grande complexidade que, obviamente, não vão ser resolvidos imediatamente (ROBINSON. 1948, p. 5)³⁵⁰.

O autor pontua a existência de duas abordagens históricas na pesquisa física. Por um lado, a investigação cujo principal interesse é epistêmico, movida pelo ímpeto de ampliar as *generalizações e simplificações* de nossa imagem da natureza. Por outro, a pesquisa voltada para a satisfação de nossas necessidades básicas. Entendemos que, em sua visão, a física industrial representava quase uma terceira abordagem, ou o ponto em que essas duas paralelas se cruzam:

Voltamos ao problema das diferentes abordagens e temos que decidir se a maior contribuição pode ser feita no domínio da generalização tradicional [pesquisa básica] ou, conforme a maioria dos físicos, no campo de utilização [pesquisa aplicada]. O campo tradicional leva a análise e o campo industrial para a síntese. Claramente não se pode nunca estar totalmente em um campo ou totalmente no outro, e o ataque bem sucedido a um problema complicado geralmente requer elementos de ambos os tipos de pensamento (...). Assim, parece que o trabalho em física pode ser classificado em dois grupos principais. No primeiro se trabalha ao longo das linhas tradicionais. Os primeiros físicos estavam interessados em descobrir as propriedades da matéria (...). No segundo grupo o trabalho em física utiliza descobertas presentes ou passadas para as economias futuras. Este é o campo em que trabalha a maioria dos físicos industriais, particularmente aqueles nos laboratórios menores. Os resultados deste trabalho são também importantes tanto para a física pura quanto para a aplicada. (...) Muitos físicos claramente estão confusos quanto à importância relativa das duas abordagens, mas demonstrou-se que o impulso para o conhecimento básico pode vir de demandas econômicas bem como a partir de uma abordagem intelectual. Além disso, deve ter-se em conta que nenhum aspecto pode ser considerado mais importante do que o outro [grifo nosso] (ROBINSON.1948, p. 6)³⁵¹.

Na física industrial, conforme Robinson, a pesquisa básica e aplicada são como as duas pás de um único remo que impulsionam uma à outra, trabalhando em conjunto, ligadas por um princípio unificador, embora cada uma faça a sua parte ao seu tempo. E que princípio unificador é esse? São as práticas do físico industrial. Mesmo que teoricamente as duas linhas de ação, ou duas abordagens sejam autônomas, o físico industrial deve se valer de ambas em sua profissão. Ao defender a física industrial como esta síntese, Robinson busca enfatizar que não há contradição entre as duas abordagens. Pelo contrário, elas necessariamente se

³⁵⁰ Idem.

³⁵¹ Ibidem.

conjugam. E, além disso, a física industrial empreendida nos laboratórios dá sua contribuição tanto para a pesquisa básica quanto para a pesquisa aplicada.

Outra ideia que merece destaque é sua defesa de que o conhecimento básico pode ser impulsionado não somente pela busca epistêmica por compreensão do real, mas por demandas econômicas. Essa simples assunção, dita assim de modo tão direto, possui o efeito considerável de desmistificar as práticas investigativas ditas desinteressadas. Não há torre de marfim porque mesmo as pesquisas que tem por objeto os fundamentos da física podem, de algum modo, ser motivadas por interesses diversos, inclusive econômicos. Lembremo-nos do Galileu cortesão, de Biagioli. Isto não significa, porém, que toda pesquisa é utilitária e que a abordagem epistêmica seja um engodo, ou, dito de outro modo, que o conhecimento, ou a verdade, não sejam valores epistêmicos intrínsecos, mas sim que o homem, como animal social, econômico e complexo, cheio de paixões, desejos, ambições e contradições, em sua condição social e política, nunca é movido por forças simples e inequívocas. Como já o dissemos em outra oportunidade nesse mesmo trabalho, o desinteresse nunca é completo. O que diferencia a imagem não utilitarista de ciência da imagem utilitarista não é sua sacralidade ou pureza, mas o fato de que seus interesses têm como base pressupostos metafísicos e princípios axiológicos.

A discussão em torno da tensão entre o conhecimento básico e aplicado, ou nas palavras de Robinson, entre a *generalização* e a *utilização* ganha, ainda, várias outras páginas dos anos iniciais de *Physics Today*. Em novembro de 1948, Emanuel Piore (1908-2000) teve publicado seu artigo *Investment in Basic Research*³⁵². Piore, então chefe de pesquisa da divisão de ciências físicas do *USNavy*³⁵³ defendia que a marinha deveria continuar sendo útil nos tempos de paz tanto quanto o fora durante a guerra, e para tanto, era necessário fazer investimentos em pesquisa básica (PIORE. 1948, p. 6). Em diversos artigos esse tema é trazido à tona; a importância da ciência no pós-guerra. Parece haver um esforço coletivo para legitimar a ciência em tempos de paz, justificando a manutenção dos financiamentos e o prestígio profissional e institucional consolidados com a guerra, agora em outro cenário geopolítico. Piore, que mais tarde seria chefe de pesquisa da IBM, defendia que a pesquisa básica dependia da observância de certos valores epistêmicos, a saber, a busca livre pelo conhecimento fundamental, a colaboração pública e coletiva entre os cientistas, a liberdade de

³⁵² PIORE, Emanuel R. *Investment in Basic Research*. *Physics Today*. V. 1, N. 7, (1948).

³⁵³ Marinha de guerra norte-americana.

pesquisa. A pesquisa básica não poderia ser engessada por classificações, restrições, protocolos de sigilo e constrangimentos:

Informações básicas sobre o nosso universo físico não podem ser confidenciais, bloqueadas por trás de portas de aço. É importante que as pessoas mais criativas no campo científico façam seu trabalho criativo, e isso só é possível em uma atmosfera de liberdade, que não impõe restrições. Restringir o campo da pesquisa básica é resultado de ignorância, medo e falta de confiança na própria capacidade de avançar com o tempo. Uma vez que os cientistas deste país sejam ativos, eles vão ser criativos e manter a sua liderança. A publicação através dos canais normais de comunicação de pesquisas é um dos instrumentos que mantém a investigação livre e, portanto, deve ser incentivada. Esta, à maneira tradicional, estimula ainda mais o progresso científico e acelera sua aplicação (PIORE.1948, p. 8)³⁵⁴

Esta passagem pressupõe um *ethos*, um sistema axiológico, ou seja, um conjunto de valores sem os quais a pesquisa científica básica não pode ser realizada. Fazer ciência não depende apenas de certos conhecimentos esotéricos, heurísticos, técnicos, de instrumentos, laboratórios. As ciências são práticas, e as práticas pressupõem linhas de ação. As ações, por sua vez, não são moralmente neutras e nem ocorrem em um espaço abstrato puro – elas demandam valores e acontecem em meio a ambientes sociais. De acordo com Piore, a pesquisa básica só pode ser empreendida em espaços em que a liberdade e a criatividade estejam garantidas. Ora, mas o que significa realmente “liberdade de pesquisa”? Argumentamos que a liberdade implica a livre circulação de ideias, práticas, métodos, resultados – a publicação científica é o *locus* de tal livre comércio, segundo Piore – o que em termos mertonianos poderia ser designado como *communalism*: o conhecimento científico produzido deve circular livremente, não sendo, portanto, propriedade privada de qualquer indivíduo ou grupo. O conhecimento científico é propriedade comum, logo, não pode ser mantido em segredo conforme os interesses econômicos unilaterais de grupos específicos. Mas a liberdade implica também desinteresse – sempre moderado ou limitado, ou sempre relativo – pois um pesquisador não pode se sentir verdadeiramente livre se seu objeto de pesquisa é fixado de acordo com interesses utilitários previamente fixados que traçam uma linha de ação com foco em resultados específicos. A pesquisa básica, portanto, necessita de ser epistemicamente centrada.

Ao final da passagem supracitada, Piore expõe um argumento que, a nosso ver, é semelhante àquele desenvolvido por Flexner, e mais tarde por Niiniluoto: a pesquisa básica não se opõe à pesquisa aplicada, antes, é o que a torna possível. Como dirá Niiniluoto, a melhor forma de fomentar a ciência *como um meio* é garantir a prosperidade da ciência *como*

³⁵⁴ Op. Cit.

um fim. A ciência pura³⁵⁵ é a melhor estratégia para, concomitantemente, garantir a vitalidade e a expansão do conhecimento teórico, criativo e livre e fomentar uma pesquisa capaz de contribuir para o bem-estar social e o desenvolvimento econômico. A ciência epistemicamente centrada, longe de ser uma torre de marfim, é politicamente direcionada e socialmente robusta. O fato de Piore ser um cientista envolvido com a pesquisa industrial, e ter publicado esse artigo enquanto trabalhava para a *US Navy*, que durante a guerra e no pós-guerra esteve envolvida com a *Big Science*, ilustra bem o quanto não podemos adotar uma abordagem maniqueísta simplória, esquecendo as tensões e as complexidades subjacentes à relação entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada, ou, entre o epistemicismo e o utilitarismo. Separadas, em tese, nos manuais, as duas abordagens, no mundo real complexo, podem ser como as duas cabeças de um mesmo animal, como as de Anphisbænia³⁵⁶.

A importância da liberdade como valor, cujo poder normativo é condição de possibilidade *sine qua non* para a ciência, volta a ser enfatizada em março de 1952, já sob a nova direção editorial de Harnwell-Davis. Em um artigo de axiologia da pesquisa científica chamado *The scientist code of ethics*³⁵⁷, o filósofo Wayne A. R. Leys³⁵⁸, então vice-presidente do Roosevelt College em Chicago, ressalta que a restrição à liberdade de pesquisa, publicação e comunicação eram graves atentados ao *código de ética* dos praticantes de ciência.

Todo grupo profissional regula-se por valores comuns, os quais podem ou não ser formalizados em um código de ética. (...) Biólogos, químicos e psicólogos tem códigos de ética também. Tais códigos possuem normas de conduta que evoluíram por décadas ou gerações – uma vez estabelecidos – e têm todas as características de

³⁵⁵ Ciência pura não significa, aqui, ciência “purificada”, cândida, imaculada. O termo ciência pura não faz apelo à pureza de seus ideais ou a nobreza de suas ações. No presente caso o termo puro deve ser entendido como que aludindo ao que é fundamental, básico, teórico. Os problemas puros, portanto, são aqueles problemas fundamentais, cujo conhecimento não implica necessariamente, ou imediatamente, em aplicações. É o mesmo uso que fazemos para designar como matemática pura, por exemplo, determinadas pesquisas em teoria das equações diferenciais complexas ou outros ramos da álgebra, da geometria ou da lógica. A pureza em questão não é uma qualidade moral ou uma categoria axiológica, mas uma propriedade heurística abstrata. Nesse sentido, dizer que não há ciência pura, como Solomon, ou que a ciência nunca foi pura, como Shapin, por mais espirituoso e inteligente que seja, é um tanto *non sense*. Conforme o segundo significado de “pureza”, certas pesquisas em teorias dos números, cosmologia, teoria das cordas (etc.), por mais que sejam realizadas em ambientes “impuros” com tensões e interesses políticos e econômicos, são “sempre puras”.

³⁵⁶ Conforme Gaius Plinius Secundus em sua *História Natural* (77 d. C - 79 d. C), Anphisbaena é uma serpente mitológica com duas cabeças, uma acima do tronco, outra na cauda. Cada cabeça, portanto, aponta em uma direção. Embora “divirjam”, não é possível arrancar uma sem que todo o animal padeça. Na mitologia grega, o animal nasceu do sangue de Górgona Medusa. Perseu cortou-lhe a cabeça, e ao sobrevoar o deserto da Líbia, o sangue que escorria e caía ao solo gerou a nova criatura. Ver: BOSTOCK, John [et al] *The Natural History. Pliny the Elder*. London. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street. 1855.

³⁵⁷ LEYS, Wayne. *The scientist's code of ethics*. Physics Today. V. 5, N. 3, p. 10 (1952).

³⁵⁸ Mais tarde, nos anos de ditadura militar no Brasil, quando lotado na *Southern Illinois University*, Leys receberia “vários estudantes brasileiros”, e mantém contato também com acadêmicos exilados, como o afirma em carta a Anísio Texeira de 06 de outubro de 1964 em que convida Anísio e sua esposa Emilinha para visitá-lo em Illinois. Fonte: Arquivo Anísio Texeira. <http://docvirt.com/>

princípios morais. De um modo geral tais normas assumem a seguinte forma: 1. Busque o conhecimento verdadeiro. Tal regra elabora uma série de injunções que determinam que “a investigação não deve ser detida”. 2. Publique a verdade. Desde o tempo de Paracelso a manifestação mais hedionda entre os cientistas tem sido a falsificação das provas. Quase tão pecaminosa é qualquer censura que impeça a livre troca de ideias e a análise crítica do que é publicado. 3. Faça o que puderes para que o conhecimento verdadeiro seja usado para o bem da humanidade (LEYS.1952, p. 11)³⁵⁹.

Apesar de concordar que tais normas gerais norteiam as práticas científicas, Leys constrói um argumento sofisticado para defender que ‘os cientistas’ possuem um *código de ética*, mas não ‘a ciência’. Tal código é aberto, não é peculiar, não é composto por regras exclusivas para cientistas e nem por normas rígidas e fixas. Cientistas são atores sociais, cidadãos, e não membros de uma ordem sacerdotal hermética. Isto significa que os praticantes de ciência devem tomar decisões e fazer escolhas como quaisquer outros cidadãos, logo, são obrigados a refletir moralmente sobre suas ações. Significa também que nenhum código de ética específico é suficiente para dar conta das práticas científicas concretas:

A conduta que está sujeita a juízos éticos é sempre datada e local, e os deveres devem ser determinados em referência a circunstâncias complexas. Toda uma série de condições é assumida quando o físico, por exemplo, diz que deve buscar e publicar a verdade. Ele não pensa que cada momento seu deverá ser devotado à ciência, ele assume que deve reservar uma boa quantidade de tempo para a vida familiar, amenidades, e questões não científicas necessárias. Ele aprovará físicos tomando posições administrativas, chefiando universidades e departamentos de pesquisa, e até corporações industriais; embora o administrador científico quase sempre sacrifique a maior parte de sua produtividade acadêmica em seu trabalho teórico (LEYS. 1952, p. 12)³⁶⁰.

Esta passagem é importante porque Leys “humaniza” os físicos ao mesmo tempo em que os situa em um contexto social e histórico multifacetado. O cientista não é um ente abstrato de um mundo teórico puro que passa a sua vida inteira dentro de laboratórios, bibliotecas ou escritórios buscando e publicando a verdade, mas um ator social que vive em um nó de uma rede cuja trama é intrincada e policromática; ele tem família, obrigações e ocupações não científicas, relações sociais, etc. E mesmo em sua profissão, ele não dispõe de uma forma rígida e inquestionável para aplicar a norma de *buscar e publicar a verdade*, pois as circunstâncias são diferentes para cada ator. Qual é a sua ocupação? Ele é chefe de algum departamento? Quais as demandas e obrigações que ocupam a maior parte de seu tempo de trabalho? Ele trabalha em universidade, instituto de pesquisa, ou corporação industrial? A ética da pesquisa científica, portanto, é absolutamente necessária, mas não como um manual

³⁵⁹ Idem.

³⁶⁰ Ibidem.

previsível de comportamentos predeterminados, nem como um conjunto áureo de regras de ouro que existem em um mundo abstrato etéreo.

A liberdade de pesquisa é compreendida, portanto, como fundamental para a investigação científica básica. Temos visto como as tensões entre a pesquisa fundamental e a pesquisa aplicada aparecem em diversos momentos de *Physics Today*. Todavia, um ano antes do artigo de Leys, Karl. K. Darrow (1891-1982), o já mencionado secretário geral do AIP, publicou um significativo artigo, *Physics as a science and an art*³⁶¹, no qual busca pensar a física como um tipo de atividade complexa demais para ser encaixotada em dois sistemas fechados e isolados, o puro e o aplicado, de um modo simplório. Se tais dimensões são o caso, as complexas interações entre os sistemas merecem ser problematizadas. Darrow foi um *grande pesquisador de física e um amante e patrono das artes* construindo uma ponte cujo propósito era superar o abismo entre *as duas culturas* (HAVENS JR. 1982, p. 84)³⁶². Entretanto, mais do que cultivar a física e a arte como duas dimensões enriquecedoras para a cultura e necessárias para a formação individual, o artigo de 1951 buscava pensar a ‘física como arte’. Para Darrow, esse seria o antídoto para a divisão simplória da física em pesquisa básica e aplicada. O que vemos aqui é a tentativa de realização daquele grande ideal de unificação que marca a fundação de *Physics Today*. Já no início do artigo o autor diz que o título de seu trabalho poderia ser *The Whole of Physics*. A totalidade da física é formada pela articulação de “nove musas”. Mecânica, acústica, óptica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo, radiação, física atômica e física nuclear. Tais áreas, por sua vez, pressupõem estudos e aplicações;

A definição pressupõe estudos e aplicações. Isto soa como a clássica antítese entre física pura e aplicada. Examinemos tal distinção, que nos parecerá, eu penso, como um mal necessário. As distinções são más em princípio, mas não podemos seguir sem elas (DARROW.1951, p. 6)³⁶³.

Se uma definição da totalidade da física nos leva às dimensões da pesquisa pura e aplicada, então como definir cada uma dessas duas dimensões? Afinal, o que é puro e o que é aplicado? O que Darrow faz ao longo de todo o artigo é tentar oferecer diversas definições para puro e aplicado, ao mesmo tempo em que demonstra o quão problemáticas são tais definições. O intuito parece ser o de demonstrar que no plano concreto das práticas científicas a física pura e aplicada não podem estar idealmente separadas e bem definidas como nas

³⁶¹ DARROW, Karl. *Physics as a science and an art*. *Physics Today* V4, N11, p. 6 (1951).

³⁶² HAVENS JR, W. K. K. *Darrow (Obituaries)*. *Physics Today* V. 35, N 11, p. 93-84 (1982).

³⁶³ Op. Cit.

páginas de um manual. De um modo geral, Darrow nos oferece a imagem de que a física pura é movida pela busca por compreensão das leis da natureza, enquanto a física aplicada é toda física que não é motivada exclusivamente pela busca do conhecimento em si (DARROW. 1951, p. 7). Darrow pensa que esse pode bem ser um pano de fundo para pensarmos a questão, mas tão logo apliquemos essa noção à história da física veremos como diversos problemas surgem. Rutherford seria um físico puro ou aplicado? Em alguns momentos, puro, noutros, aplicado. Uma classificação definitiva e inequívoca sacrificaria a diversidade e a sofisticação dos fatos.

Darrow passa, então, a uma comparação entre a física e as artes. Na música, Wagner é um artista puro ou aplicado? E Strauss e Tchaikovsky? Fazem música pela música? Música para o balé? O objetivo é sumamente estético ou só é alcançado com a apresentação ao público? E na pintura? Renoir e Monet são pintores puros que almejam a exposição em museus, ou pintores decorativos, aplicados, cujas obras enfeitarão ambientes cujo propósito não é a arte pela arte? Na arquitetura, as catedrais góticas não serão sínteses entre esses dois espíritos? O paralelo com a arte poderá lançar luz sobre a natureza das práticas científicas? Assim como na arte uma completa distinção entre a arte decorativa e a arte pela arte parece não ser crível, o mesmo se daria com a pesquisa física;

Eu poderia sugerir neste ponto que os nomes de física pura e aplicada fossem transformados em física decorativa e funcional; mas isso também seria ruim. Sugiro ao invés disso, que a distinção deve ser reconhecida como irracional e que é requerida pela imperiosidade de uma necessidade prática (DARROW. 1951, p. 8)³⁶⁴.

De um modo geral, Darrow examina que a pesquisa fundamental é aquela que se realiza sem a presença da possibilidade de um valor prático imediato para o conhecimento obtido. Mas isto também pode ser problematizado. O que é valor prático? A falta de possibilidade de um valor prático imediato acarreta na ausência de expectativa de valor prático futuro? Mas, se pergunta Darrow, e se definirmos o que é fundamental *a partir de um valor intrínseco que não dependa das aplicações que possam surgir cedo ou tarde?* Diremos então que *a pesquisa fundamental é aquela que amplia e desenvolve a teoria física*. Mas, então, teremos que fazer uma teoria da teoria, que *teorizar sobre o que é a teoria*. E mais uma vez, veremos que as coisas não podem ser definidas assim de um modo tão simples³⁶⁵.

³⁶⁴ Idem.

³⁶⁵ Idem.

Ao final, o autor irá sugerir que *a física participa da natureza da arte*³⁶⁶ (DARROW. 1951, p.11). Assim como a arte é complexa e multifacetada e que uma sinfonia de Mahler ou uma tela de Dürer “transportam” consigo uma série de sentidos, usos, tensões e valores estéticos e operacionais concomitantes, uma teoria física também é uma entidade multidimensional. Uma teoria é bela e simples, e, portanto, estética, mas também é instrumentalizável e traduzível, logo prática e funcional. Como uma obra de arte, a teoria pode bem estar nas “paredes de um museu” para que possamos observar a elegância e harmonia de sua estrutura interna e a beleza de suas partes articuladas, como também ser encarnada nas práticas de laboratório onde se busca desenvolver dispositivos para estratégias que vão desde o aumento do bem-estar humano até a defesa do país no cenário geopolítico. Argumentamos que, na concepção de Darrow, como uma obra de arte, a teoria física é, a um só tempo, pura e aplicada, e em sua existência multidimensional, é uma entidade epistêmica, estética, social, econômica e (geo)política. Por sua vez, isto pressupõe uma “negociação” de valores e um *ethos* flexível (mas não “cínico”) e arrojado. Por exemplo, a liberdade de pesquisa, que viemos discutindo até aqui, é um valor fundamental para a física como obra de arte – mas não se trata de uma liberdade irrestrita e idílica, mas de uma “liberdade negociada”, que é a do homem moderno, ou do profissional liberal, uma liberdade que não se dá em vácuo social, político e ideológico, mas em um ambiente onde diversos interesses concomitantes negociam parcelas de possibilidades de realização. É a liberdade de um Galileu cortesão, do Galileu de Brecht, que deseja descobrir a verdade por um lado, e aumentar sua renda em 500 ducados, por outro, ou do Mozart de Elias, vivendo eternamente na fronteira porosa entre a liberdade de criação e as demandas (constrangedoras) da sociedade de corte³⁶⁷.

Poderíamos prosseguir oferecendo um panorama geral de diversos artigos que discutiram a relação entre a pesquisa básica e aplicada, tendo como pano de fundo as tensões políticas e sociais do pós-guerra, os valores da pesquisa científica (como liberdade), ou a busca por unidade e simplicidade na teoria física. Em 1951, quando Darrow publica sua ideia de física como ciência e arte, outro texto publicado poderia ser trabalhado. *On the Spirit of*

³⁶⁶ Ibidem, p. 11.

³⁶⁷ Lembramos também do dito de Marx em *O 18 Brumário*: Os homens fazem a sua própria história, mas não a fazem como querem; não a fazem sob circunstâncias de sua escolha e sim sob aquelas com que se defrontam diretamente, legadas e transmitidas pelo passado. MARX, Karl. *O 18 Brumário e Cartas a Kugelman*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. p. 21. Com isso não assumimos, necessariamente, a teoria marxista da história. Tal passagem ilustra “apenas” a ideia de uma liberdade humana restrita pelas circunstâncias (históricas, sociais, políticas) que transcendem a esfera individual.

*Physics*³⁶⁸, do físico norte-americano W. V. Houston (1900-1968), oferece uma breve descrição das sucessivas unificações da física, do trabalho de Galileu que coadunou teoria e experimentação, passando por Maxwell, que unificou eletricidade e eletromagnetismo, até Planck que *era movido pelo desejo de unidade*³⁶⁹. Houston revela uma preocupação. O *espírito da física* deveria ser resguardado, não sendo ameaçado pelo trabalho laboratorial de larga escala (*Big Science*) da física de sua época. Este *furacão de atividade não pode apagar a chama vacilante do pensamento penetrante*³⁷⁰. Todavia não podemos prosseguir oferecendo uma análise exaustiva e minuciosa da literatura de *Physics Today*. Voltemos, então, nossa atenção para o modo como a revista reage aos eventos sociais de grande expressão de sua época.

4.7 Reações aos acontecimentos de seu tempo

Entre 1948 e 1957, muita coisa acontece nos Estados Unidos e no mundo, tanto na pesquisa científica quanto na sociedade, na economia e na política, assim como na cultura. Por exemplo, entre 1950 e 1957 temos o macarthismo, a política anticomunista repressiva, liderada pelo senador republicano Joseph MacArthur, caçou os direitos civis de inúmeros cidadãos norte-americanos. Será mera coincidência que em novembro de 1950 a seção *Notes from abroad* se dedicasse a *Physics in the USSR*? Na ocasião a revista afirmou que na União Soviética o *nível do trabalho educativo ideológico nos institutos de pesquisa científica tem sido baixo até recentemente. A teoria marxista-leninista foi estudada, mas pouco, e muitos foram indiferentes às manifestações de idealismo e cosmopolitismo*³⁷¹. De um modo sutil, é como se a revista negasse o insulamento ideológico e declarasse o seu próprio internacionalismo e seu interesse pelo estado da física no mundo. Todavia, renunciamos desde já a oferecer uma análise profunda da década, e temos que adotar, pelas limitações de nosso empreendimento, um reducionismo instrumental. Vamos fixar dois momentos do período 1948-1957. O primeiro, 1948, simbolizando vários anos de institucionalização de uniões

³⁶⁸ HOUSTON, William V. *On the Spirit of Physics*. *Physics Today* V. 4, N 2, (1951).

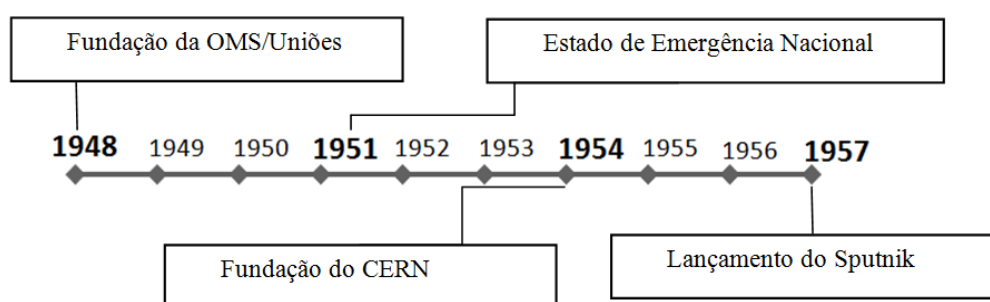
³⁶⁹ *Ibidem*, p. 10.

³⁷⁰ *Idem*.

³⁷¹ *Physics Today. Notes from abroad. Physics in the USSR*. V 3, n 9, p. 30 (1950)

internacionais. Trata-se daquele ambiente cultural em que a ideia de unificação era muito forte, tanto na física quanto na política e na sociedade de um modo geral em que a *Physics Today* foi fundada. A noção de unidade expressava naquele momento uma forte tendência cultural do pós-guerra, sendo basilar nas dinâmicas de reorganização geopolítica internacional. Já vimos tal momento. O segundo momento que analisaremos brevemente é 1957, o lançamento do Sputnik e como a revista reagiu ao que se passava na física e na política soviética naquele período.

Figura 3: Da fundação da OMS ao lançamento dos Sputnik.



Uma consulta a toda a base de dados de *Physics Today* revela dezoito resultados para a busca pela palavra “Sputnik”. Nenhuma no período 1947-1957. Em julho de 1958, contudo, George C. Sponsler (1927-2008)³⁷² publicou um artigo intitulado *Sputnik over Britain*, no qual recontava como o mundo recebeu a notícia do lançamento dos satélites russos, e como teve início na Europa e nos Estados Unidos uma política científica de monitoramento dos mesmos:

Pouco depois da meia-noite em 5 de Outubro, precisamente 00:15 GMT [hora de Greenwich], ouvimos a estação de *British Broadcasting Corporation* em Tatsfield, ao sul de Londres, gravando o agora famoso “bip-bip” do Sputnik I em sua primeira passagem. Notícias desta detecção e o anúncio oficial do lançamento dos satélites russos foram mostrados quase simultaneamente para um mundo assustado. Assim começou dois meses de observação febril, mas magnífica, que colocou os ingleses na vanguarda dos cientistas ocidentais envolvidas no rastreamento dos satélites russos (SPONSLER.1958, p. 16)³⁷³.

O artigo de Sponsler deixava claro como o Sputnik, não somente como evento científico, mas, sobretudo como fato político, era alvo de interesse de *Physics Today*. Mas

³⁷² De acordo com o *Bulletin of the Atomic Scientists*, George C Sponsler foi diretor de planejamento da IBM e cientista chefe do *USNavy*. Conforme o obituário do *Colonial Funeral Home of Leesburg* Sponsler obteve seu PhD em Princeton, onde trabalhava na interface entre física e engenharia. Ver: http://www.colonialfuneralhome.com/home/index.cfm/obituaries/view/fh_id/11079/id/258224

³⁷³ SPONSLER, George. *The Sputnik over Britain*. *Physics Today*. V 11, N7, p. 16 (1958).

desde dezembro de 1957 o interesse pelo que se passava na física soviética ficou evidente quando Donald Hughes publicou *Physics in Poland and Russia*, um texto contando sua recente estada na Rússia. O autor buscava compreender se *as recentes realizações tecnológicas espetaculares soviéticas realmente expressavam o estado do progresso científico na região*³⁷⁴ (HUGUES. 1957, p. 10). Em janeiro de 1958, a *Physics Today* publicou um artigo repercutindo um estudo realizado pelo governo federal dos Estados Unidos sobre a educação na Rússia. A matéria dizia que:

A educação soviética, de acordo com um relatório divulgado em 10 de novembro pelo Escritório de Educação dos Estados Unidos, é caracterizada por autoritarismo em nível prático e teórico, e tem apenas uma função: servir às necessidades do Estado. O relatório “Educação na URSS” oferece um panorama convincente do sistema educacional russo que aponta claramente para as necessidades do Kremlin (PHYSICS TODAY.1958, p. 12)³⁷⁵.

As publicações entre 1957 e 1958 demonstram como o Sputnik repercutiu nas páginas de *Physics Today*, revelando o grande interesse da revista em debater a política científica internacional, os impactos do avanço científico tecnológico para a sociedade, e as tensões sociais e políticas inerentes às práticas científicas. Tal debate confirma aquela tendência iniciada em 1950, quando a revista passou a publicar mais artigos sobre os aspectos e problemas sociais e políticos da pesquisa científica do que textos técnicos de teoria física *strictu senso*. As décadas passaram e tal característica de *Physics Today* não se modificou. Por exemplo, na edição de maio de 2016, o artigo *The New Big Science*³⁷⁶ do professor de filosofia Robert P. Crease e de Catherine Westfall, professora de história, filosofia e sociologia da ciência, abordou as diferenças políticas, econômicas e culturais entre o que os autores chamam de *Old Big Science* e *New Big Science*.

A própria *Big Science* teria uma história complexa, marcada por ecologias³⁷⁷ distintas. A transição entre a *Old Big Science* e a *New Big Science* teve início na década de 1980. A era da *New Big Science* seria marcada por uma participação ainda maior da indústria, por colaborações internacionais e multidisciplinares, especialmente na área biomédica. Conforme os autores, a velha e a nova *Big Science* diferem em cinco pontos principais. Primeiro, há uma maior presença industrial e foco em “aplicações” nos projetos científicos; segundo, registra-se

³⁷⁴ HUGUES, Donald. *Physics in Poland and Russia*. *Physics Today* V. 10, N.12, p. 10 (1957).

³⁷⁵ *Physics Today*. *Education in the Soviet Union...emphasis on science*. V 11, N1, p. 12 (1958).

³⁷⁶ CREASE, Robert P; WESTFALL, Catherine. *The New Big Science*. *Physics Today* V. 69, N 5, (2016).

³⁷⁷ O termo ecologia parece indicar, sem sentido amplo, o conjunto de dinâmicas, práticas, “modos de funcionamento”, algo que, em nossa visão, se relaciona com o ethos.

um aumento da complexidade das redes interdisciplinares de trabalho (interação entre pesquisadores e demais atores) com interesses econômicos:

Como resultado, os projetos interdisciplinares podem incluir não apenas redes que conectam cientistas entre si, mas também que vinculam grupos de cientistas a grupos de pessoas que estão desenvolvendo tecnologias e levando-as ao mercado (CREASE; WESTFALL. 2016, p. 32)³⁷⁸.

Podemos dizer que se a segunda diferença é o caso, então a *New Big Science* é mais utilitarista do que a *Old Big Science*, isto é, sua ecologia está menos voltada para a pesquisa fundamental e mais voltada para o desenvolvimento industrial, de tecnologias e inovações com valor de mercado. Os interesses são mais econômicos do que epistêmicos:

Na *Old Big Science*, justificção da pesquisa científica estava fundamentada em uma perspectiva de Guerra Fria, que lançou grandes projetos, úteis, ao menos simbolicamente, para a defesa nacional. A pesquisa básica era vista como um valor intrínseco, como a arte, que melhora o bem-estar do público em geral e é o tipo de atividade que uma sociedade livre e democrática deve fazer. Na era emergente da *New Big Science*, com uma burocracia de financiamento madura, o que conta são as parcerias entre o governo e as indústrias, e suas aplicações práticas. Essas prioridades se encaixam na economia moral pós Guerra Fria que valoriza o empreendedorismo e a utilidade prática mensurável (CREASE; WESTFALL. 2016, p. 34)³⁷⁹.

Notamos, portanto, que as diferenças entre as práticas científicas da *Old Big Science* e da *New Big Science* pressupõem uma mudança no campo dos valores, dos princípios axiológicos e do clima político e cultural durante e após a Guerra Fria.

Uma terceira diferença seria a elevação da complexidade das redes de técnicas, instrumentos e laboratórios envolvidos. Quarta, a emergência de uma “*multistability of techniques*”, a conjunção de diversas técnicas aplicadas a problemas imprevistos. Isso ocorreria muito na tecnologia biomédica, como por exemplo, no caso da tomografia, que não seria uma técnica, mas um conjunto articulado de muitas subtécnicas. Em quinto lugar, as novas instalações da *Big Science* tendem a gerar subinstalações, que por sua vez apoiam redes de trabalho que replicam a ecologia dominante. Isto significa que, em toda a extensão dos projetos, o trabalho pressupõe a reprodução das características da *New Big Science*.

O tema da *Big Science* voltou a ser tratado na edição de agosto de 2016, em *The Big Science of stockpile stewardship* de Victor H. Reis, Robert J. Hanrahan e W. Kirk Levedahl. Neste, os autores confirmam o quanto a preocupação com os efeitos catastróficos de uma guerra nuclear tecnocientífica não é coisa do passado. O artigo revela que a tensão é atual:

³⁷⁸ Idem.

³⁷⁹ Ibidem.

Em 30 de março, em seu artigo de opinião no Washington Post, o Presidente Obama escreveu: “Mesmo que os Estados Unidos mantenham um arsenal nuclear seguro, seguro e efetivo para impedir qualquer adversário e garantir a segurança de nossos aliados, reduzi o número e o papel das armas nucleares em nossa estratégia de segurança” (REIS; HANRAHAN; LEVEDAHL. 2016, p. 53)³⁸⁰.

Novamente lembramo-nos de nosso interlocutor hipotético e seu argumento de que, ao invocarmos os riscos nucleares de uma possível “distopia tecnocientífica”, estamos sendo anacrônicos. Obama e *Physics Today* não nos deixam esquecer que, na verdade, o assunto faz parte da pauta do dia.

Seja nos anos 40-50 ou em 2016, o que vemos nas páginas de *Physics Today* é uma busca empreendida pelos próprios físicos para situar seu campo de pesquisa como parte de uma sociedade complexa. Há a busca por unidade na física, a tentativa de fomentar o debate em filosofia e história da ciência, a valorização da discussão em educação científica e físicos como John Wazer, que reclamam, em plena metade do século XX, que a física ainda pode contribuir para a filosofia natural, ou físicos, como Darrow, pensando na física como ciência e arte. Enfim, a imagem da física que a revista nos dá é plural e aflora as tensões entre a busca da verdade e o utilitarismo.

³⁸⁰ REIS, Victor H; HANRAHAM, Robert J; KIRK, Levedahl. *The Big Science of stockpile stewardship*. Physics Today V. 69, N 8, (2016).

5 JOSÉ LEITE LOPES E A FÍSICA NO BRASIL: UMA RESPOSTA PARA A QUESTÃO DO VALOR DA CIÊNCIA

A ciência faz nascer valores morais: ensina a veracidade e respeito.

Max Planck

O cientista não estuda a natureza porque ela é útil; ele a estuda porque se deleita nela, e se deleita nela porque é bela.

Henry Poincaré

5.1 Física brasileira e um ideal de ciência

A ciência brasileira não começa com a chegada da família real portuguesa em 1808. Há, certamente, em diversas áreas do saber, práticas científicas no período colonial que remontam aos séculos XVI-XVII³⁸¹. No Colégio dos Jesuítas, em Salvador, por exemplo, a pesquisa natural estava presente³⁸², e as observações de cometas lá realizadas por Valentin Stancel foram utilizadas por Isaac Newton em seu mais destacado trabalho científico, o *Principia Mathematica Philosophiæ Naturalis* (VIEIRA;VIDEIRA. 2007, p. 9)³⁸³. Grande parte da obra de Stancel como filósofo natural foi empreendida na capital colonial brasileira (FAPESP. 2010, p. 8-9)³⁸⁴ e não como fato isolado, mas como parte de um esforço coletivo, ainda que incipiente. Somente por isso poderíamos mencionar a pesquisa científica empreendida no Brasil àquela época. Ainda no Brasil seiscentista, outras obras de relevo também foram produzidas, como o *Sistema Físico Matemático dos Cometas* de José Monteiro da Rocha, cujo manuscrito foi redescoberto, séculos depois, na Biblioteca Pública de Évora, Portugal (CAMENIETZKI; PEDROSA. 2001, p. 103)³⁸⁵. Mas quais eram os valores norteadores de tais práticas? Poderíamos dizer que, ao que parece, a tendência utilitarista é

³⁸¹ LEITE, Serafim. *Artes e Ofícios dos Jesuítas no Brasil (1549 – 1760)*. Lisboa: Brotéria, 1953.

³⁸² SÃO BENTO, Viviane M. Caminha; SANTOS, Nadja Paraense. *Boticas jesuítas: Prática e conhecimento científico no mundo colonial* IN Livro de Anais do Congresso Scientiarum Historia VI. Rio de Janeiro: CCMN-HCTE, 2013. p. 776-777.

³⁸³ VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antonio A. P. *História e historiografia da física no Brasil*. Fênix – Revista de História e Estudos Culturais Julho/ Agosto/ Setembro de 2007 Vol. 4 Ano IV nº 3

³⁸⁴ FAPESP. *Sob o céu da Bahia*. PESQUISA FAPESP. n. 174. Agosto-2010, p. 9

³⁸⁵ CAMENIETZKI, Carlos Z; PEDROSA, Fábio Mendonça. *A Observação Cometária de José Monteiro da Rocha no Brasil Seiscentista*. Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Editora da Unesp; Imprensa Oficial do Estado; Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2001.

antiga na ciência luso-brasileira, estando marcadamente presente desde os primórdios da investigação natural no Brasil colonial. Há várias hipóteses que podem explicar o fenômeno. Para Lorelai Kury, em *Homens de ciência no Brasil*, o iluminismo europeu marcou uma crítica ao conhecimento contemplativo e desinteressado, construindo uma nova imagem de ciência em que a pesquisa deve alavancar o desenvolvimento e o progresso. O iluminismo luso-brasileiro não teria sido diferente:

O trabalho clássico de Maria Odila da Silva Dias (1968), *Aspectos da Ilustração no Brasil*, já demonstrou a vinculação dos ilustrados luso-brasileiros às correntes utilitaristas do pensamento iluminista. Segundo a autora, a escolha dos temas e das correntes de pensamento a serem seguidos privilegiou o lado prático da ciência e da filosofia, em detrimento de vertentes mais propriamente políticas. (...) Em primeiro lugar, creio que o pragmatismo não é um atributo exclusivo das luzes luso-brasileiras. Pelo contrário; a história natural europeia firmou-se, a partir de meados do século XVIII, exatamente com a crítica do conhecimento dileitante. Novos museus, jardins botânicos e coleções tomaram o lugar dos gabinetes de curiosidades e dos jardins consagrados exclusivamente ao deleite aristocrático (Kury, Camenietzki, 1997). A defesa da utilidade dos estudos da natureza transformou-se em lugar-comum durante o alto Iluminismo (KURY. 2004, p. 109)³⁸⁶.

O utilitarismo seria, portanto, uma marca do pensamento iluminista europeu, de uma ideologia científicista do desenvolvimento, progresso e construção de uma época de ouro por meio dos avanços da ciência. Por volta do século XVIII, deste modo, a tensão entre a “ciência dileitante”, ou desinteressada, e a “ciência útil”, iluminista, teria alcançado níveis bastante elevados, capazes de modificar instituições e hábitos. Kury lembra ainda que de acordo com Pedro Calafate (2004) o iluminismo português estava vinculado à crença religiosa na Providência, de acordo com a qual, pela ciência, o homem poderia efetivamente adquirir o pleno usufruto sobre a criação. Tal crença era comum também fora de Portugal:

Em outros países europeus, como França e Inglaterra, diversos grupos de homens de letras e de ciências poderiam ser identificados como pertencentes à tendência filosófica e científica que Jacques Roger (1993) qualificou de “utilitarismo devoto”. O caso clássico é o do abade Pluche, para quem o Criador dispôs, na natureza, elementos capazes de solucionar os problemas da humanidade, bastando, para tanto, estudar os três reinos da natureza e extrair deles sua utilidade latente (cf. Kury, 2001) (KURY.2004, p. 109)³⁸⁷.

A tese do *utilitarismo devoto* parece ser bastante plausível. Ciência e religião não são, historicamente, dimensões estanques e hostis, mas, muito pelo contrário, formam um complexo sistema de interações, tensões, superposições. Em diversos momentos históricos, as crenças religiosas ofereceram os valores centrais à composição do *ethos* científico. Como

³⁸⁶ KURY, Lorelai. *Homens de ciência no Brasil: impérios coloniais e circulação de informações (1780-1810)*. Hist. cienc. saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 11, supl. 1, p. 109-129, 2004.

³⁸⁷ Ibidem.

Daston e Galison pontuam em *Objectivity*, há uma relação entre epistemologia e *ethos*, e encontrar uma epistemologia sem um *ethos* não é tarefa fácil, quiçá exequível. O *ethos* é, para os autores, o conjunto das disposições habituais de indivíduos e grupos (DASTON; GALISON. 2007, p. 40)³⁸⁸. O texto de Daston e Galison é ainda muito instigante por nos mostrar como o *ethos* das comunidades científicas é historicamente mutável (o *ethos* de hoje já não é o mesmo que dos Setecentos, por exemplo) e como pode ser constituído por ideais não científicos, mas, por exemplo, religiosos. O domínio das práticas científicas está ligado ao cultivo de certo tipo de personalidade, dizem os autores. Os valores constituintes de tal personalidade, em alguns momentos da história, estiveram muito próximos de ser, ou foram, propriamente, valores religiosos. Podemos dizer que o imaginário científico está povoado de simbologias religiosas: a busca desinteressada da verdade, o senso de humildade e de insignificância diante das leis da natureza, eternas e universais, e perante o mistério e a beleza do universo. Muito da epistemologia deve aos impulsos religiosos, tanto quanto a metafísica deve à teologia (DASTON; GALISON. 2007, p. 40-41)³⁸⁹. Todavia, novas virtudes epistêmicas surgem, velhas verdades perecem.

Por influência da religião, ou não, fato é que pesquisadores como Kury compreendem o iluminismo luso-brasileiro como utilitarista. A tendência utilitarista teria persistido no período pós-colonial. O termo tecnociência pós-colonial aparece na literatura científica em língua estrangeira em Warwick Anderson (2002)³⁹⁰, e na literatura nacional é adotado por Ana Carolina Vimieiro Gomes em *Uma ciência Moderna Imperial: A fisiologia brasileira no final do século XIX (1880-1889)* (2013)³⁹¹. A autora brasileira adota uma perspectiva atual em História Cultural da Ciência, praticada por autores dos *Science Studies*, que concebem a atividade científica como uma prática local, que deve ser entendida a partir das especificidades de cada cultura, abandonando assim uma narrativa historiográfica tradicional que privilegia os grandes discursos, os fatos oficiais e os acontecimentos ocorridos no mundo ocidental europeu. Deste modo, Gomes assume a importância de pensarmos a ciência praticada fora dos grandes centros, das metrópoles, e pesquisarmos os conhecimentos produzidos no Brasil com suas peculiaridades e traços distintivos. Ao adotar o termo

³⁸⁸ DASTON, Lorraine; GALISON, Peter. *Objectivity*. New York: Zone Books, 2007.

³⁸⁹ Idem.

³⁹⁰ ANDERSON, Warwick. *Introduction: post-colonial science*. *Social Studies of Science*, v. 32, n. 5-6, p. 643-658, 2002.

³⁹¹ GOMES, Ana Carolina Vimieiro. *Uma ciência moderna imperial: a fisiologia brasileira no final do século XIX (1880-1889)*. 1. Ed. Belo Horizonte, MG: Fino Traço; Campina Grande, PB: EDUEPB; Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 2013.

tecnociência pós-colonial para se referir à fisiologia brasileira entre 1880 e 1889, a pesquisadora compreende que esta prática estava permeada pela imbricação entre ciência e tecnologia e pautada por interesses utilitários econômicos, políticos e sociais:

Nesse empreendimento [a criação do Laboratório de Physiologia], como forma de afirmação do campo de conhecimento, **estavam imbricados variados interesses científicos, mas também sociais, econômicos e políticos, refletidos nos grandes investimentos financeiros**, pessoais e investigativos por parte dos diversos atores envolvidos no processo de constituição do Laboratório [grifos nossos] (GOMES. 2013, p. 59)³⁹².

Na referida obra, Gomes destaca que o fisiologista chefe do Laboratório do Museu Nacional, Louis Couty, possuía uma *retórica utilitarista* e tinha como estratégia convencer a comunidade médica nacional e a elite política do país da importância estratégica do Laboratório para questões de utilidade econômica, comercial, industrial, entre outras; uma ciência cujo valor era oferecer soluções práticas para os problemas concretos nacionais (GOMES. 2013, p. 37-39)³⁹³. A tecnociência imperial, influenciada pelas luzes utilitaristas luso-brasileiras pode ter dominado as práticas de pesquisa e as políticas científicas nacionais, voltando as instituições de ensino e pesquisa para propósitos práticos de acordo com interesses industriais e comerciais, bem como políticos.

Seria ingênuo negar essa dimensão utilitarista da pesquisa científica, e a julgar que a tese de Kury esteja correta, isso seria ainda mais evidente a partir do Iluminismo do século XVIII. Todavia, seria igualmente desprovido de razão não considerar que imagens alternativas de ciência sempre coexistiram, e que ideais antagônicos ao utilitarismo foram propalados por homens de ciência que não eram menos capazes, cultos, ou influentes do que seus opositores. Essa tensão essencial sempre esteve presente. Podemos aplicar a contraposição da qual nos fala Schwartzman em *Um espaço para a ciência* ao nascimento da pesquisa científica no Brasil – e na verdade, a toda a história das práticas de pesquisa científica:

De um lado, havia os pragmáticos, que só conseguiam entender, justificar e explicar a ciência por seus efeitos econômicos e tecnológicos; de outro lado, aqueles que equacionavam a ciência com a livre busca do conhecimento – uma nobre atividade das pessoas cultivadas (SCHWARTZMAN. 2015, p. 51)³⁹⁴.

Novamente é preciso lembrar que esses dois polos extremos, A e B, são idealizações, que entre os chamados utilitaristas certamente foram forjadas muitas

³⁹² Idem.

³⁹³ Ibidem.

³⁹⁴ Op. cit.

contribuições para a pesquisa básica, tanto quanto entre os ‘cultivadores do espírito’ há, em maior ou menor grau, como é inevitável à condição humana e à experiência social, a presença de certos interesses que transcendem a simples busca pelo conhecimento. Tal aparte não significa, porém, que tais tendências discrepantes não sejam reais. No Brasil, ao utilitarismo iluminista da tecnociência imperial, se opôs, por exemplo, o ideal de ‘ciência pura’ tão defendido por Henrique Morize em terras fluminenses. Morize chegou ao Brasil em 1875 aos 14 anos, aportando no Rio de Janeiro. Em 1881 ingressou na Escola Politécnica onde se formaria em 1890 em Engenharia Industrial. Em 1884 foi admitido como aluno astrônomo no Imperial Observatório do Rio de Janeiro³⁹⁵. Com o passar dos anos Morize faria uma carreira de vulto, sendo professor de Física Experimental da Escola Politécnica e ocupando em várias ocasiões a diretoria do Observatório Nacional, assim denominado após sua reformulação com a Proclamação da República (VIDEIRA. 2012, p. 12-17)³⁹⁶.

O Observatório fora criado em 1827 para finalidades práticas, como a demarcação das terras brasileiras e a consolidação das fronteiras nacionais (VIDEIRA. 2007, p. 9)³⁹⁷. Desde cedo, porém, surgiram defensores do ideal de ‘instituição científica’ livre de influências utilitárias. Dentre os quais podemos destacar Emmanuel Liais (1826-1900) que, entre 1874 e 1881, dedicou-se à reorganização do Observatório à frente da diretoria. Liais clamou por mais autonomia institucional, conseguiu romper o vínculo entre a instituição e a Escola Militar e atuou na sua reestruturação material. Liais acreditava que “a fundação de um observatório astronômico (pelo simples fato de ele ser o local de estudo de um domínio tão distante das aplicações práticas, como as estrelas), (...) já representava um reforço em prol da ciência pura” (VIDEIRA. 2007, p. 23)³⁹⁸. Liais difundia uma concepção de ciência comum entre muitos homens de ciência de sua época, a de que a ciência era “o principal motor do progresso material e espiritual” da humanidade (VIDEIRA. 2007, p. 23)³⁹⁹. O conhecimento científico, portanto, não somente era um fator de prosperidade material, mas, também, possuía o valor de impulsionar a elevação espiritual da civilização. Contudo, a ciência pura não era

³⁹⁵ Conforme B. Gross, Morize viria a orientar os esforços de pesquisa no Brasil, exercendo enorme influência na ciência nacional. Ver: GROSS, Bernhard. *Physics in Brazil — Ways and means*. Physics Today V.3, N.1, p. 26 (1950)

³⁹⁶ VIDEIRA, Antonio A.P (Org.). *Henrique Morize*. Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes, 2012.

³⁹⁷ VIDEIRA, Antonio A.P. *História do Observatório Nacional: a persistente construção de uma identidade científica*. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2007.

³⁹⁸ Op. Cit.

³⁹⁹ Idem.

um fato, mas um valor. Na prática, o Imperial Observatório não era uma instituição de ciência pura. No entanto esse era o ideal que moveu primeiro Liai, e posteriormente, Morize.

Conforme Videira, até o início do século XX, a situação da ciência pura no Brasil era precária, sendo tratada com indiferença e mesmo hostilidade. A mentalidade da sociedade brasileira era tal que “só seria interessante, importante e útil tudo aquilo que pudesse contribuir para fazer fortuna”⁴⁰⁰. A concepção de pesquisa científica predominante no Brasil imperial sobreviveu ainda mais forte após a República, quando o governo federal nutria apenas *preocupações utilitaristas* (VIDEIRA. 2012, p. 17)⁴⁰¹. Morize, entretanto, pensava que a pesquisa científica não poderia visar apenas a utilidade; sem a ciência pura, desinteressada, o próprio projeto de progresso material por meio da técnica seria inviabilizado. A ciência não utilitarista eleva o espírito e cria a base de conhecimentos necessária para o desenvolvimento técnico e o aperfeiçoamento da base material. Sem a ciência pura não haveria civilização que pudesse vicejar:

A ciência pura, desinteressada, da qual nasceram as aplicações práticas, tal como da semente resultam a planta e o fruto, é a base da riqueza nacional, e as nações que a abandonam, fiadas no benefício provável das pesquisas feitas em países que melhor compreendem os interesses seus e da humanidade, ficarão condenadas a serem países de 2ª. Classe, qualquer que possa ser a riqueza ostentada em certa fase (MORIZE apud VIDEIRA. 2003, p. 22)⁴⁰².

Videira enfatiza que essa associação entre desenvolvimento científico e o amadurecimento e progresso da civilização não era uma ideia nova, nem mesmo no cenário brasileiro (vimos que Liai, por exemplo, já havia defendido concepção semelhante), mas Morize apresentava uma ideia original àquela altura; que não havia unidade na ciência, ramificando-se esta em ciência pura e aplicada, e, indo ainda mais além, que a ciência aplicada não poderia sobreviver sem a ciência pura:

(...) não trepido em afirmar que todos os estudos, mesmo os mais abstratos, são de transcendente utilidade que infelizmente escapa àqueles que não possuem cultura suficiente. Pode-se, sem receio, asseverar que quase todos os progressos positivos, materiais até, e suscetíveis de serem avaliados em moeda, derivam de trabalhos puramente teóricos, empreendidos por pesquisadores desinteressados, que se consideravam suficientemente recompensados de seus esforços pelo descobrimento de alguma verdade nova (MORIZE apud VIDEIRA. 2007, p. 38)⁴⁰³.

⁴⁰⁰ Ibidem, P. 38.

⁴⁰¹ Op. Cit.

⁴⁰² VIDEIRA, Antonio A. P. *Henrique Morize e o ideal de ciência pura na República Velha*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

⁴⁰³ Op. Cit.

E ainda sobre a dependência que a aplicação tem da pesquisa básica, e acerca da hostilidade com que a teoria pura era tratada, Videira nos lembra de que Morize afirmava que a ‘maioria’ acolhia com indiferença e hostilidade “tudo o quanto não tem o cunho de utilidade material, e insistia que muitas artes e indústrias têm como base pesquisas científicas e princípios abstratos”⁴⁰⁴. Acreditamos que Morize tanto lutou pela ciência pura no Brasil porque em sua concepção, o valor da ciência estava no tipo de conhecimento que ela produz, e na importância desse conhecimento para a prosperidade espiritual e material da nação. Porém, Morize sabia ‘jogar o jogo’, e por muitas ocasiões buscou demonstrar como a pesquisa astronômica e meteorológica eram úteis para os interesses nacionais. Sendo assim, desenvolveu o argumento estratégico, muito antes de Flexner e Niiniluoto, de que investir em ciência pura era a melhor maneira de assegurar, em longo prazo, o sucesso da pesquisa aplicada, da inovação tecnológica e do desenvolvimento técnico. A ciência pura produz um manancial de criações abstratas, algumas das quais nunca deixarão de ser unicamente teóricas, mas em meio a tanta substância ideal, lá se encontram, n’algum lugar, os fundamentos que sustentarão as invenções materiais e as inovações tecnológicas⁴⁰⁵.

Argumentamos que, embora nunca se saiba ao certo quando acontecerá essa ‘materialização’, esse ‘decaimento epistêmico’⁴⁰⁶ da ideia em máquina, do princípio abstrato em instrumento científico, da equação em sistema físico, tecnológico, que nunca se saiba realmente quando, desse ‘campo epistêmico ideal’⁴⁰⁷, será extraído o espírito que animará alguma matéria, e o que poderemos aproveitar em sentido prático desse ‘campo’ formado por ideias, equações, teorias, teoremas, conceitos e outras entidades teóricas, o melhor que temos

⁴⁰⁴ Idem.

⁴⁰⁵ Uma resposta de Guido Beck em entrevista a Simon Schwartzman expressa de um modo muito natural e descontraído essa “obviedade”: “Evidentemente o Governo sempre dá preferência à aplicação, dá mais dinheiro e numa certa altura isto sempre conduz a uma situação. O mesmo ocorreu na Argentina, aqui já passaram esta fase. Dizem: – Teoria de Ciência nós não precisamos, nós precisamos da aplicação. É a mesma coisa que dizer: – eu preciso de leite, não importa a vaca. Mas sem vaca não tem leite. Têm que compreender que têm que fazer as duas coisas ao mesmo tempo. Você tem que dar o que comer à vaca para ter o leite. Isso toma um certo tempo e eles já compreenderam isso. Um aluno meu que está agora no Ministério de Indústria e Comércio faz agora esses programas de atualização do Brasil” (sic). Em: BECK, Guido. *Guido Beck (depoimento, 1977)*. Rio de Janeiro, CPDOC, 2010, p. 17. O depoimento é preservado pelo Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, Fundação Getúlio Vargas Guido.

⁴⁰⁶ O que chamamos de materialização ou decaimento epistêmico é o processo histórico e social por meio do qual um conhecimento científico de chamada ‘ciência pura’ é aplicado, proporcionando, direta ou indiretamente, alguma invenção técnica ou inovação tecnológica. Falando como Ordine ou Flexner, a materialização é a passagem do “inútil” ao “útil”. Também ocorrem “espiritualizações” ou “ascensões epistêmicas”, quando são os instrumentos, as oficinas, as práticas cotidianas, as máquinas que, de algum modo, atuam na construção de novas ideias e influem na produção de entidades teóricas.

⁴⁰⁷ Chamo de campo epistêmico ideal todo o conhecimento científico básico, produzido historicamente pelas chamadas ciências puras, por meio de práticas sociais complexas.

a fazer é assegurar sua existência, sua criação contínua, a expansão contínua de suas fronteiras, primeiro porque o simples fato de ser fruto da curiosidade e da criatividade humana e de enriquecer nossa compreensão do mundo basta para justificar sua existência, e segundo porque não há base material sofisticada que sobreviva ao seu perecimento. Em última instância, o que estamos defendendo é que se realmente desejamos a prosperidade material e a utilidade prática, ironicamente o utilitarismo não é o melhor caminho. O utilitarismo pode exaurir os ‘recursos’ desse campo epistêmico e gerar uma proliferação de aparentes inovações no mercado, mas, esgotado o campo, em uma perspectiva de longo alcance, a base material pode definhando sem ter de onde retirar seu sustento.

5.2 José Leite Lopes

Conforme visto, por volta da década de 1930 a tensão entre a pesquisa básica e a pesquisa utilitária não era nova no Brasil e no mundo. A física brasileira se dava muito mais por conta de esforços pioneiros e isolados do que por conta de uma institucionalização do campo. O Observatório Nacional de Morize, por exemplo, era uma das raras instituições de pesquisa física, insuficiente para a consolidação e a expansão da pesquisa física brasileira. Conforme Videira, a física brasileira institucionalizou-se tardiamente, na década de 1930 (VIDEIRA. 1994, p. 21)⁴⁰⁸. Durante os anos Vargas, o ambiente social e cultural do país ficou mais apropriado para a emergência de projetos de modernização e reforma. A Universidade de São Paulo é criada em 1934 e a Universidade do Distrito Federal em 1935.

Videira considera que alguns fatores foram muito importantes para tal institucionalização, como por exemplo: (I) A vinda de físicos estrangeiros para o Brasil, como o italiano de origem russa Gleb Wataghin (1899-1986), indicado por Enrico Fermi ao matemático brasileiro Teodoro Ramos (1896-1936) que fora a Europa em busca de nomes para a nova Universidade, e o alemão Bernhard Gross (1905-2002), que trabalhou na UDF no Rio de Janeiro, onde chegou em 1933 fugindo à instabilidade política europeia. Com a chegada de Wataghin ao Brasil, o país passa a abrigar pesquisas em física atômica na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Enquanto isso, no Rio de Janeiro, Gross desenvolvia o campo da física de materiais no país

⁴⁰⁸ VIDEIRA, Antonio A.P. *O arquivo Guido Beck: origem, relevância histórica e principais dificuldades*. Revista da SBHC, n. 12, p. 3-18, 1994.

(SCHWARTZMAN. 2015, p. 254, 264)⁴⁰⁹; (II) o envio das primeiras gerações de jovens físicos brasileiros para completar a formação no exterior (Marcelo Damy em Cambridge, Mario Schemberg na Itália, e posteriormente Lattes em Bristol e Berkeley, e Leite Lopes em Princeton); (III) a chegada posterior de outros físicos estrangeiros, como a do físico italiano Giuseppe Occhialini (1907-1993), que em 1938 aportara em São Paulo (VIDEIRA. 1994, p. 22)⁴¹⁰. Em síntese, a institucionalização da física no Brasil ganhou impulso com a fundação das novas universidades no Rio de Janeiro e em São Paulo e a política científica de importar físicos estrangeiros para trabalhar no Brasil e enviar físicos brasileiros para estudar e trabalhar no exterior.

Quando Henrique Morize faleceu em 1930, José Leite Lopes possuía apenas 12 anos de idade. Leite Lopes nasceu em 1918 na cidade de Recife. Em 1942, doze anos depois da morte de Morize, Leite Lopes se formou em física pela Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro. Já havia se formado em Química Industrial em Recife no ano de 1939. Após formar-se, a primeira colocação de Leite Lopes parece ter sido o Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil, para o qual foi a convite de Carlos Chagas Filho. Em 1943 transferiu-se para a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, onde conheceu importantes nomes da física brasileira, como Gleb Wataghin e Mario Schenberg (CARUSO. 2005)⁴¹¹. Na Universidade de São Paulo, enquanto trabalhava em física teórica com Schenberg, Leite Lopes conheceu o jovem César Lattes, que seria seu colega de profissão e amigo pelo resto da vida (LATTES. 2006)⁴¹². Juntos, integrariam o grupo dos pioneiros da física de alto nível no Brasil e na América Latina⁴¹³. Em 1942, com auxílio da Fundação Rockefeller, foi para Princeton (SILVA FILHO. 2013, p. 228)⁴¹⁴. Em Princeton, entre 1944 e 1945, seria orientado por Wolfgang Pauli, obtendo seu Ph.D.

⁴⁰⁹ Op. cit.

⁴¹⁰ Op. cit.

⁴¹¹ CARUSO, Francisco. *Saudação a José Leite Lopes. Ciência e Sociedade*. CBPF- CS010/05

⁴¹² LATTES, César. *Leite Lopes e a física no Brasil: um testemunho pessoal*. Em <http://www.cbpf.br/LeiteLopes/>. De acordo com o CBPF tal trecho é uma “Tradução do texto Leite Lopes: a Personal Testimony estabelecido pelos editores do livro *Leite Lopes Festschrift a Pioneer Physicist in the Third World*, N.Fleury, S.Joffily, J.A. Martins Simões e A. Troper a partir de depoimento gravado por César Lattes”.

⁴¹³ MORÁN-LÓPEZ, José Luis. *Physics in Latin America Comes of Age*. *Physics Today* V. 53, N. 10, p. 38 (2000).

⁴¹⁴ SILVA FILHO, WV. *Costa Ribeiro: ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil* [online]. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013.

Sua trajetória intelectual na física pode ter influenciado sua formação como pensador da ciência, da educação e da sociedade, apesar de sabermos que já à época de sua formação, em 1942, Leite Lopes se preocupava com questões epistemológicas, axiológicas, sociológicas e históricas concernentes à prática científica, como fica claro em seu discurso de formatura. Todavia vale ressaltar que Leite Lopes teve professores como Mário Schenberg e Pauli que não se posicionavam apenas como físicos, ou melhor, não pensavam que ser físico fosse algo separado, ou diferente, de ser intelectual em sentido amplo. Schenberg (1914-1990) viria a ser um militante político do Partido Comunista, eleito duas vezes deputado estadual de São Paulo e um respeitado crítico de arte. O físico era afeito a reflexões epistemológicas e especulações metafísicas e dava grande importância à história da ciência. Schenberg pensava a ciência como um elemento de um *complexo histórico-cultural* (GOLDFARB. 1994, p. 65)⁴¹⁵. Como físico teórico foi citado por Einstein como um dos dez físicos mais importantes de seu tempo⁴¹⁶.

Já o austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958) foi um típico representante da geração dos físicos filósofos. Autor de *Escritos sobre física e filosofia*⁴¹⁷, o pensamento de Pauli dialogou fortemente com Platão e Jung. Pauli pensava que “a situação epistemológica da mecânica quântica era sem precedentes”, de modo que cabia ao físico fazer filosofia (PAULI. 1996, p. 40)⁴¹⁸. Conforme Heisenberg, “o desejo de uma compreensão unitária do mundo ocupava um lugar central de seu pensamento filosófico” (HEISENBERG. 1974, p. 41)⁴¹⁹. O físico filósofo foi um intenso interlocutor de Einstein, Bohr e Heisenberg, e foi laureado com o Nobel de física de 1945, enquanto era orientador de Leite Lopes em Princeton. Não pensamos que o contato com tais personalidades seja determinante, em sentido forte, de sua concepção de ciência, até porque já dissemos que muitas de suas ideias estabelecidas posteriormente já se encontravam em seu discurso de formatura de 1942, mas também não podemos pensar que a proximidade com tais pensadores tenha sido trivial.

Ao voltar de Princeton, Leite Lopes ingressa como professor da Faculdade Nacional de Filosofia no Rio de Janeiro. Nos anos seguintes participaria do grupo que daria um novo impulso à física de partículas brasileira. A pesquisa avançada e a criação de conhecimentos na

⁴¹⁵ GOLDFARB, José Luiz. *Mário Schenberg e a História da Ciência*. Revista da SBHC, n. 12, p. 65-72, 1994.

⁴¹⁶ OLIVEIRA, Alecsandra M. *Schenberg: Crítica e Criação*. ARTE E CRÍTICA. n° 26 - Ano X - Dezembro de 2012.

⁴¹⁷ PAULI, Wolfgang. *Escritos sobre Física y Filosofía*. Madri: Editorial Debate S. A., 1996.

⁴¹⁸ Idem.

⁴¹⁹ HEISENBERG, Werner. *Más Allá de la física*. Madri: La Editorial Catolica S. A., 1974.

física brasileira começam a partir de 1934 com a fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras em São Paulo e com a chegada ao Brasil de Gleb Wataghin. Na década de 1940, alguns dos maiores físicos brasileiros, como Schenberg, Lattes, Leite Lopes e Damy já trabalhavam com física de partículas em nível internacional. Em 1947, Lattes estava em Bristol, onde trabalhou com C.F. Powell na aplicação das chapas fotográficas à física nuclear e no estudo dos raios cósmicos, e depois seguiria para Berkeley. Naquele ano, César Lattes teve participação fundamental na descoberta do méson- π pela equipe que trabalhava com Powell. Em 1949, Yukawa foi laureado com o Nobel pela previsão teórica desse méson em 1935⁴²⁰, e em 1950, Powell também recebeu o prêmio por suas contribuições à melhoria dos métodos fotográficos aplicados à física nuclear e a consequente observação dos mésons por meio dessa técnica. Atualmente sabemos que foi César Lattes que aprimorou o método das emulsões nucleares, sem o qual a equipe de Powell não teria descoberto o méson- π . As contribuições de Powell, Occhialini e Lattes ao desenvolvimento das técnicas fotográficas foram publicadas em 1947 pela revista *Nature*⁴²¹. José Leite Lopes, César Lattes, Hervásio de Carvalho e Jayme Tiomno lideraram a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o CBPF, no Rio de Janeiro, em 1949, inaugurando uma nova fase de expansão e consolidação da física de partículas no Brasil (ANDRADE. 1999)⁴²². Hoje a física de partículas e a educação em física de partículas estão consolidadas no país e em alguns casos o tema é abordado até na educação básica (SILVA; BEGALLI. 2016)⁴²³.

A criação do CBPF pode ser considerada uma vitória dos professores e pesquisadores em um cenário nacional ainda marcado pelo utilitarismo politécnico e pelo bacharelismo profissionalizante (ANDRADE; CARDOZO. 2001, p. 244)⁴²⁴. Vale lembrar que durante toda a década de 1930, “permanecia na sociedade brasileira uma visão utilitarista de ciência” que

⁴²⁰ OPPENHEIMER, Robert. *Thirty years of mesons*. Physics Today V.19, N.11, p.51 (1966)

⁴²¹ LATTES, César. M.G.; MUIRHEAD, Hugh; OCCHIALINI, Giuseppe. P. S.; POWELL, Cecil. *Processes Involving Charged Mesons*, Nature 159 (1947), 694-7.

⁴²² ANDRADE, Ana Maria R. *Físicos, Mésons e Política: A Dinâmica da Ciência na Sociedade*. São Paulo: Editora Hucitec, Museu de Astronomia e Ciências Afins, 1999. Uma versão digital do trecho sobre a criação do CBPF pode ser encontrada em: <http://www.cbpf.br/RevistaCBPF/pdf/UmPoucoHist.pdf>

⁴²³ SILVA, Vinícius Carvalho; BEGALLI, Márcia.; *Hands on CERN/RIO* In CROLAR Critical Reviews on Latin American Research: "Science, Technology, Society - and the Americans?", Vol. 5, No. 1, April 2016, pp. 84-87, Berlin: Lateinamerika-Institut of the Freie Universität Berlin.

⁴²⁴ ANDRADE, Maria Re; CARDOSO, Leandro Rocha. *Aconteceu, virou manchete*. Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 21, nº 41, p. 243-264. 2001

se estendeu pelos anos 1940 (ANDRADE. 2001, p. 222)⁴²⁵. Nestas circunstâncias, a criação do CBPF foi uma conquista política da ciência brasileira, que havia se fortalecido imensamente com a projeção de Lattes em nível internacional. Com a descoberta do méson- π , Lattes foi objeto de grande prestígio e Leite Lopes atuou como um importante ator político capaz de mobilizar parte da sociedade brasileira em torno de seu trabalho, e de utilizá-lo para alavancar um ideal de pesquisa científica avançada que fosse feita no Brasil:

No Brasil, os feitos de Lattes foram explorados politicamente em uma campanha para a promoção da pesquisa científica. Em torno desse ideal, em um movimento que teve à frente o físico José Leite Lopes, foi criada uma aliança, reunindo intelectuais, militares, industriais, professores universitários, artistas e jornalistas (VIEIRA; VIDEIRA. 2011, p. 2603-5)⁴²⁶.

A ideia de criar um instituto de nível internacional, de estudos avançados, no Rio de Janeiro, fazia parte de uma estratégia política arrojada de inserir o Brasil no primeiro time da física internacional, o que podemos interpretar que de fato ocorreu. O CBPF atraiu a atenção da comunidade internacional, e desde 1950 passou a receber visitas ilustres, como a de Richard Feynman (1918-1988), físico norte-americano que seria Nobel de física em 1965. Os primeiros anos da década de 1950 no Brasil foram bastante prolíficos quanto ao debate epistemológico e em física teórica. Além de Feynman, o físico belga Léon Rosenfeld (1904-1974) também se encontrava no CBPF. Rosenfeld foi um dos físicos filósofos do círculo de Bohr e da primeira geração da “interpretação de Copenhague”. Embora fosse muito próximo do grupo, elaborou posteriormente uma interpretação marxista da mecânica quântica aplicando à epistemologia da física o materialismo histórico dialético (JACOBSEN. 2007, p. 12)⁴²⁷.

Também em 1951, após ser perseguido pela caça às bruxas do macarthismo, David Bohm (1917-1992) deixou os EUA e veio para o Brasil, onde trabalhou na Universidade de São Paulo até o ano de 1954. Bohm impactaria a comunidade internacional de física com sua teoria das variáveis ocultas, e em 1953 se notabilizaria por protagonizar um intenso debate teórico com Albert Einstein. Além dos físicos brasileiros, com as presenças de Feynman, Bohm e Rosenfeld no Brasil, uma série de discussões importantes correu naquele momento:

⁴²⁵ ANDRADE, Ana Maria R. *Ideais políticos. A criação do Conselho Nacional de Pesquisas. Parcerias Estratégicas* (Brasília), v. 11, p. 221-242, jun. 2001. Neste artigo a autora ressalta o contraste entre os anos 1930 e o final dos anos 1949 e início dos anos 1950, quando diversas instituições, dentre as quais o CBPF, IMPA, CAPES e CNPq, foram criadas no Brasil.

⁴²⁶ VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antonio A.P. *O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 33, n. 2, p. 1-11, June 2011.

⁴²⁷ JACOBSEN, AnjaSkaar. *Léon Rosenfeld's Marxist defense of complementarity*. Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, Vol. 37, Supplement, pps.3-34.

As discussões entre Bohm e Feynman tiveram o testemunho de Leite Lopes, que refere-se às discussões realizadas durante a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em Belo Horizonte, no ano de 1952, registrando o contraste com físicos que à época hostilizaram Bohm reduzindo o seu modelo a uma tentativa ideológica de reinterpretação da mecânica quântica. Cartas de Feynman para Leite Lopes (fevereiro de 1954 e maio de 1955) revelam também que o primeiro cogitava de “escrever alguns artigos sobre a interpretação quântica de Bohm, para publicá-los no Brasil”, planos estes que não se concretizaram (sic) (FREIRE; PATY; BARROS. 1994, p. 70)⁴²⁸.

Outro importante nome da física a vir trabalhar no CBPF a convite de Leite Lopes foi o físico austríaco Guido Beck (1903-1988) (LEITE LOPES. 2010, p. 104)⁴²⁹. Antes de chegar ao Brasil, Beck havia trabalhado nos Estados Unidos, República Tcheca, França, Portugal e Argentina, onde foi professor do físico e filósofo Mario Bunge. Ainda na Europa, Beck conhecera, estudara e trabalhara com grandes nomes da física, como Rutherford, Bohr, Pauli e Heisenberg. Desde 1932 integrou o seletivo grupo que se reunia com Bohr em Copenhague para discutir a situação da teoria quântica (VIDEIRA. 2010, p. 9)⁴³⁰. O ambiente criado no Brasil com tantos físicos de várias partes do mundo foi resultado, dentre outras coisas, dos esforços políticos e institucionais de Leite Lopes para elevar o nível da física praticada no país.

Leite Lopes era um importante ator em toda essa dinâmica social. Organizava e participava de eventos, publicava artigos, trocava correspondências. Esteve envolvido em pesquisas de ponta no Brasil e no exterior. Foi orientando de Pauli e assistiu cursos de Einstein. No Brasil fez parte da fundação do CBPF, e criou um espaço institucional capaz de receber físicos como Feynman. Foi um dos responsáveis, portanto, por viabilizar as condições necessárias para que o Brasil abrigasse o debate envolvendo cientistas como Bohm, Feynman e Rosenfeld. Leite Lopes fez parte de uma geração de transição entre o físico filósofo e o físico pragmático, técnico e gerente. Não terá sido ele também um físico filósofo? Ele que esteve com Pauli, Rosenfeld e Einstein? Pensamos que é possível afirmar que sim. É uma questão de interpretação. Sem dúvida, Leite Lopes foi um intelectual, um físico engajado, um cientista que escreveu textos de conteúdo epistemológico e axiológico, e que levou muito

⁴²⁸ FREIRE JR., Olival; PATY, Michel; BARROS, Alberto Luiz da Rocha. *David Bohm, sua estada no Brasil e a teoria quântica*. Estud. av., São Paulo, v. 8, n. 20, p. 53-82, Apr. 1994.

⁴²⁹ LOPES, José Leite. *José Leite Lopes (depoimento, 1977)*. Rio de Janeiro, CPDOC, 2010. Nesta entrevista concedida por Leite Lopes a Tjerk Franken em Estrasburgo em 07/07/1977 para o projeto “História da ciência no Brasil” de Simon Schwartzman, Leite Lopes declara: “Beck foi convidado por mim, provavelmente ninguém mais dirá isso. Fui eu que insisti para que ele viesse e ele achou o Centro tanto bom que ficou”. O depoimento é preservado pelo Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, Fundação Getúlio Vargas.

⁴³⁰ VIDEIRA, Antonio A.P. *Um vienense nos trópicos: a vida e a obra de Guido Beck entre 1943 e 1988*. Ciência e Sociedade. CBPF - CS01000.2010. Disponível em: http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/CS01000.2010_08_16_17_45_49.pdf

seriamente a tarefa de pensar a ciência em sua dimensão social e política. Certamente, o jovem Leite Lopes foi influenciado pelos físicos filósofos e talvez tenha sido ele mesmo um destes, mas, por outro lado, Leite Lopes envelhece em um mundo que já não é o dos físicos filósofos, e, à medida que o tempo passava, esse mundo se transformava ainda mais. Leite Lopes reagiu a tal transformação sendo um físico engajado e militante que nunca deixou de pensar que era seu papel elaborar uma imagem de ciência, educação e universidade, de refletir sobre a moral do cientista e o lugar da ciência na sociedade. Poderíamos prosseguir analisando a vida de Leite Lopes até seu falecimento em 2006, mas tendo pontuado seus primeiros anos de carreira, suas filiações e as dinâmicas de suas práticas, passemos à sua concepção de ciência.

5.3 **A imagem de ciência epistemicamente centrada, socialmente robusta e politicamente engajada de José Leite Lopes**

A tentativa de dissociar ciência e tecnologia, conforme Leite Lopes, é um flagrante equívoco social e histórico⁴³¹. As duas atividades sempre estiveram intimamente ligadas. A pesquisa científica possui uma dupla fonte. Nasce tanto como resposta à demanda prática por soluções tecnológicas que promovam o desenvolvimento da base material das sociedades, quanto como resposta existencial para um traço humano tão intrínseco quanto sua sociabilidade: o desejo de saber, a busca por compreender o “mecanismo último e as leis das coisas e dos seres vivos” (LOPES. 1987, p. 79)⁴³². É a interação entre essas duas tendências que impulsiona a cultura científica de um país. Portanto, não é razoável intentar que uma dessas duas fontes seja anulada. Para Leite Lopes, portanto, a história do desenvolvimento técnico-científico nos revela que ciência e tecnologia, conhecimento e utilidade, a busca pelo entendimento e a busca pelo bem-estar, não são, em princípio, processos opostos e conflitantes, mas antes, igualmente importantes. Sendo assim, a ciência não pode ser pensada

⁴³¹ Tais práticas são associadas, mas não se reduzem uma à outra. Em nossa interpretação, cada prática possui sua base metafísico-axiológica como campo de conhecimento independente. Acreditamos que tal abordagem está de acordo com o pensamento de Leite Lopes.

⁴³² LOPES, J. L. *O valor da ciência e da tecnologia* In *Ciência e Desenvolvimento*. Niterói: Tempo Brasileiro - Universidade Federal Fluminense, 1987.

como uma torre de marfim, e o cientista como um ser idílico desligado dos processos históricos, mas também não deve ser reduzida a um meio técnico e comercial (p. 80)⁴³³.

A ciência é um processo dinâmico, histórico, uma parte da sociedade. Não é – como qualquer outra atividade humana – isenta de interesses. “As motivações para a pesquisa, seu planejamento e financiamento não são politicamente neutros” (LOPES. 1998, p. 161)⁴³⁴. O conhecimento científico não é politicamente neutro e nem se encontra “situado acima das ideologias”⁴³⁵. Historicamente a ciência se encontra intimamente ligada com a indústria. O conhecimento científico gera o saber tecnológico, impulsiona a indústria e, portanto, atua na expansão do sistema capitalista⁴³⁶. Todavia, esse mesmo sistema capitalista, que, desde a Revolução Industrial a ciência ajudou a consolidar, atua dominando e controlando a pesquisa científica de acordo com os interesses das grandes corporações e das potências globais, gerando distorções e perpetuando a situação de dependência da América Latina e das demais regiões subdesenvolvidas do mundo. Para Leite Lopes, os países hegemônicos querem – e o fazem – controlar a *Big Science* e gerar o conhecimento avançado. Os países subdesenvolvidos devem se resignar a importar o conhecimento produzido pelas potências e a ser parque fabril para produção das tecnologias geradas no exterior⁴³⁷. Não é do interesse do sistema capitalista global, que controla a pesquisa científica – a *Big Science* e a tecnociência – que a América Latina se liberte do papel de importadora de conhecimento e tecnologia, e exportadora de *commodities*. Isso representaria um mercado consumidor a menos e um *player* a mais entre os competidores globais. Isto seria duplamente indesejável.

Sendo assim, a ciência não pode libertar a América Latina de sua miséria sem antes a América Latina libertar a ciência de sua condição servil no tecnocapitalismo. É um problema circular, de difícil solução, que envolve interesses e forças políticas e econômicas complexas. Ocorre que, para Leite Lopes, na fase atual do capitalismo, aquela dupla função da ciência não é universal, embora seu conhecimento o seja. Qualquer povo pode compreender a equação $e=mc^2$ em sua máxima extensão e profundidade, mas poucos detêm autossuficiência em tecnologia nuclear. Todos os países podem saber que $f=m.a$, mas o uso que cada qual

⁴³³ Idem.

⁴³⁴ LOPES, J. L. *A ciência e a construção da sociedade na América Latina* In *Ciência e Liberdade*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; CBPF/MCT, 1998.

⁴³⁵ Idem.

⁴³⁶ (Cf. Lopes. 1998, pp. 63, 65, 99, 110, 111, 155, 159, 161, 162, 163).

⁴³⁷ Op. cit. 1998, p. 162.

reserva a tal saber depende muito mais de suas condições políticas e econômicas do que de fatores epistêmicos. Quaisquer sociedades podem conhecer a terceira lei de Kepler

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(M_T + m_s)} a^3$$

e nem por isso são igualmente capazes de enviar seus próprios satélites artificiais ao espaço, permanecendo, muitas, em posição de dependência nas telecomunicações, defesa, *et caetera*. Vivemos um falso comunalismo. Se o conteúdo epistêmico do conhecimento científico é dito universal, e aparentemente, politicamente neutro, seu uso é restrito e politicamente “carregado”. Por isso, dissemos acima que no capitalismo a dupla tendência da ciência é obliterada, pois nos países subdesenvolvidos, a ciência nem gera tecnologias que elevam a base material de seus povos, nem se aprofunda nas grandes questões do conhecimento: apenas gera uma massa de cientistas-técnicos capaz de oferecer a mão de obra especializada necessária para perpetuar o ciclo de importação de conhecimento e exportação de *commoditys*. Eis a comoditização da ciência (MENDONÇA; CAMARGO JR. 2001)⁴³⁸.

Claro que tal caracterização pode parecer um tanto quanto caricatural, como uma simplificação da realidade. Obviamente dispomos, algures, de nossos centros de excelência, e vez ou outra exportamos conhecimentos. Temos lá os nossos vultos de renome internacional. Fabricamos também, de quando em quando, nossos “gênios”. Mas não é disso que se trata. Estamos a falar é de nossa infraestrutura tecnocientífica, das políticas científicas nacionais em nossa região, de nossas universidades. Não de casos isolados ou de exceções, mas do contexto permanente das regras do jogo e das condições históricas do tabuleiro sobre o qual nossas peças se movimentam. É nessa dimensão que a dependência da América Latina se torna mais que evidente. Claro, é necessário lembrar que estamos dialogando com José Leite Lopes, e que esse era o “estado da arte” da ciência, ou da política científica, de acordo com nosso físico, quando o mesmo estava em atividade.

Mas há outro ponto, quiçá sutil, sobre o qual devemos nos deter: afirmar que conhecimento e utilidade, ciência e tecnologia, são historicamente entrelaçadas, e que são ambas importantes para a cultura e o bem estar das sociedades, não é o mesmo que dizer que tais atividades se equivalem, se reduzem uma à outra, ou que a razão de ser de uma se encontra na outra. As duas são importantes, não entram em contradição, se reforçam, mas permanecem possuindo valores intrínsecos peculiares. Para analisarmos a contribuição de Leite Lopes para tal questão, pretendemos tratar de dois itens: (i) o cientista e o *ethos* da pesquisa científica; (ii) o valor da ciência.

⁴³⁸ Op. Cit.

5.4 O cientista e o *ethos* da pesquisa científica: pensando a questão a partir de Leite Lopes

Temos aqui dois tipos de problema: O primeiro diz respeito a como Leite Lopes entendia *o que é* a prática científica, o segundo, sobre como compreendia que ela *deveria ser* de acordo com os valores historicamente partilhados pelos membros das comunidades de praticantes de ciências.

Como vimos acima, os cientistas, atores de processos históricos, não são politicamente neutros nem ideologicamente imparciais. A prática científica, portanto, é atravessada por uma intrincada trama de forças, pressões, tensões e interesses sociais, econômicos e políticos. Se este é o caso, acrescentamos que mesmo que de modo não deliberado, no cotidiano de sua prática, motivado por razões nem sempre claras, nem sempre epistêmicas, o cientista toma decisões e realiza ações que impactam diretamente o conteúdo de sua pesquisa. Há uma simetria aqui, pois isso pode contribuir tanto para o sucesso quanto para o fracasso de seu trabalho. Apesar das intenções e disposições pessoais dos cientistas, a prática científica atual encontra-se dominada pelos interesses de grandes corporações capitalistas, reproduzindo um modelo de desequilíbrio, desigualdade e exploração entre os países. A prática científica é assim, mas, de acordo com seus valores, *deveria* ser de outro modo.

O que a deve mover? Qual força deve inspirar o cientista? Qual é o comportamento ideal do homem de ciência? A resposta de Leite Lopes parece promover uma síntese que supera a dicotomia entre Bernal e Cohen – um pouco como a posição de Niiniluoto também o faz, como vimos anteriormente. Por um lado ele, afirma que a motivação dos cientistas para o trabalho de pesquisa, pautada pelo senso de elegância e beleza comum aos artistas, escritores e filósofos, “deve ser a busca pelas leis da natureza e de novas imagens do mundo” não possuindo conotação política ou econômica, por outro, ressalta que as pesquisas engendradas de tal forma não são desprovidas de “significação social, econômica ou mesmo política” (LOPES. 1998, p. 164-165)⁴³⁹. Para Leite Lopes, mesmo um trabalho como o de Einstein, que era puramente teórico, possuiu significados sociais, econômicos e políticos extremamente importantes, e até indesejáveis. Isso nos faz lembrar o *cognitivismo socialmente responsável* proposto por Ilka Niiniluoto, ou a ideia de ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta. A ciência é a um só tempo, um fim em si mesmo e um meio de promover a libertação política, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social. Não precisamos de uma falsa

⁴³⁹ Op. Cit.

dicotomia que nos obrigue a abdicar de uma dessas faces. A ciência deve ser praticada como uma forma de evolução espiritual, isto é, de criação de bens intangíveis, imateriais, culturais, conforme Born, mas isto não impede que seja, simultaneamente, um modo de libertação material. Por isso, tal reflexão deve permear a definição de quaisquer políticas científicas:

As seguintes questões devem, portanto, ser colocadas como pré-requisitos para uma política científica e tecnológica: Que ciência e que cultura, para qual projeto de sociedade e em qual mundo? O objetivo da ciência e da tecnologia é libertar o homem ou criar um mundo governado pela repressão dos poucos ricos sobre os muito pobres? (LOPES. 1998, p. 166)⁴⁴⁰.

Na medida em que Leite Lopes desfaz as dicotomias entre conhecimento e utilidade, ciência e tecnologia, fim epistêmico e meio social, político e econômico, somos tentados, mais uma vez, a pensar que os polos de tais pares são redutíveis uns nos outros, que ciência e tecnologia são a mesma coisa, que conhecimento e utilidade se equivalem, e mais uma vez somos instados a desfazer tal confusão. Falta de contradição não implica identidade. ‘Utilidade’ e ‘utilitarismo’ não se confundem. O cientista, tal como concebido por Leite Lopes, não está acima da política, ou da economia, e seu conhecimento gera e se alimenta de tecnologia, mas nem por isso ele é homem de negócios ou burocrata, político ou técnico, executivo ou tecnólogo. Quem é o cientista, então? O pesquisador, cujo trabalho é prontamente apropriado pelo mercado, precificado e commoditizado – que se encontra, então, alienado, que não é dono dos resultados de sua própria produção – “cujas descobertas são transformadas tão aceleradamente (...) em resultados práticos e proveitosos” não é o capitalista utilitarista que visa o lucro, o político que almeja o poder, o tecnólogo que mira a aplicação, mas “é antes de tudo o homem que interroga, o curioso que deseja saber de que e como são feitas todas as coisas, que provoca a natureza para obter respostas” (LOPES. 1998, p. 50)⁴⁴¹. A preocupação de Leite Lopes parece ser a de evitar que se compreenda que a utilidade prática e a tecnologia, sejam os principais e mais importantes frutos da ciência. Antes de ser um prático utilitarista, o cientista é o pensador curioso, “aquele que interroga a natureza”. A ciência, além de nos dar utilidades práticas, é importante por nos oferecer bens teóricos cujo valor não se encontra na utilidade concreta, mas na compreensão abstrata.

⁴⁴⁰ Idem.

⁴⁴¹ Ibidem.

5.5 O valor da ciência: a busca por verdade, bem e belo

Vimos que para Leite Lopes a ciência é de fundamental importância para o bem estar social e o desenvolvimento econômico. Suas críticas aos grandes centros, que detêm o monopólio dos modos de produção do conhecimento científico, se deve justamente ao fato de que, no sistema capitalista, os países chamados “subdesenvolvidos” importam conhecimentos e tecnologias, permanecendo em uma situação intelectual e econômica de dependência. Como suas pesquisas são internacionalizadas e descoladas das necessidades de sua gente, o estado de pobreza se perpetua. Para o físico brasileiro, portanto, é necessário que os países da América Latina desenvolvam uma pesquisa científica atendendo as demandas locais, não funcionando apenas como anexos ou colônias intelectuais dos países desenvolvidos. Uma das formas de se fazer isso é criando tecnologias próprias que sejam usadas no desenvolvimento da indústria local, ao invés de perpetrar o modelo de compra de tecnologia estrangeira. Outra ação de fundamental importância seria o investimento na universidade como espaço de formação cultural de alto nível, e na criação de centros federais de educação técnica, voltados especificamente para suprir nossas demandas tecnológicas e industriais. Nessa perspectiva, de certo modo, Leite Lopes está pensando a indústria de um modo parecido com Bernal. Ao invés do grande capital instrumentalizar a indústria para alavancar seu poder econômico, o Estado deveria garantir que o desenvolvimento industrial revertesse em bem-estar social.

Está claro, portanto, que Leite Lopes assume uma concepção socialmente robusta de ciência, ou, em outras palavras, entende que a ciência deve ser socialmente responsável, e que o conhecimento científico é um meio para a prosperidade dos povos. Mas ele não é um utilitarista porque reconhece a importância da utilidade. A utilidade é desejável e bem vinda se facilita a vida e torna o mundo menos hostil. O utilitarismo não se resume à noção de que a ciência contribui para a tecnologia e a indústria, (quem realmente poderia negar a importância disso?), mas, muito além, é a noção de que o seu valor está em tal contribuição. O utilitarismo reduz a ciência a tal dimensão, favorecendo e sendo favorecida pela ideologia instrumentalista do capitalismo moderno.

O conhecimento científico básico tende a ser aplicado um dia, e aplicação gera produtos, serviços e processos úteis, que podem tornar a vida mais segura e confortável, tanto quanto gera armas, tecnologias e processos que ameaçam a vida e nos roubam a paz. A tecnologia, como já Schrödinger havia nos alertado, não é necessariamente uma coisa boa ou má. Tudo depende do seu uso, e seu uso transcende a esfera do conhecimento científico. É

uma questão política. Ciência, tecnologia, política e sociedade são indissociáveis. Leite Lopes nos lembra de que “a ciência é, no mundo moderno, arma econômica, arma política e arma bélica” (LOPES.1987, p. 83)⁴⁴². Daí um entusiasmo cientificista ser uma ingenuidade condenável. Daí o reclame por total autonomia da ciência acabar sendo uma luta por sua alienação. O cientista quer ser, a um só tempo, completamente autônomo para trabalhar em sua pesquisa, como se os resultados da mesma não fossem manejados por interesses políticos e econômicos, e seus impactos não possuísem elevada repercussão social? A responsabilidade social da ciência não é coisa que possa ser alienada de seus praticantes:

A ciência contemporânea gera e alimenta todos os tipos de tecnologia responsáveis por transformações sociais, econômicas e políticas em nosso mundo: desde a tecnologia de produção de alimentos e de cura das doenças até aquelas envolvidas na produção de armas, as mais terríveis e destruidoras – estas últimas constituindo graves problemas da política internacional (LOPES. 1998, p. 268)⁴⁴³.

Lembramos como Niiniluoto propõe resolver a dicotomia entre a ciência como um *fim* e a ciência como um *meio*. Por um lado, reconhece que a ciência deve ser socialmente responsável, e ser utilizada na melhoria das condições de vida da humanidade, mas por outro, defende que a melhor maneira da ciência satisfazer tal objetivo é cultivando um *ethos* não utilitarista: é o que ele chama de cognitivismo socialmente responsável, e o que nós chamamos de ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta. Quanto mais investimos na ciência como um fim em si mesmo, perseguindo objetivos epistêmicos e compartilhando um sistema axiológico com valores epistêmicos intrínsecos, mais geramos o conhecimento necessário para a expansão de nossa base material. Geramos mais desenvolvimento tecnológico quando este é a consequência de uma tradição de pesquisa básica, fundamental, do que quando a tecnologia é que passa a ser um fim em si mesmo – o objetivo último.

Leite Lopes parece seguir caminho semelhante ao de Niiniluoto ao afirmar que a ciência é fundamental para a prosperidade material, o desenvolvimento industrial, a libertação da pobreza e a independência política, mas que a ciência é, “**antes e acima de tudo**, uma das mais nobres atividades do pensamento humano. Juntamente com os escritores, os poetas, os pintores, os criadores da música, são os homens de ciência a mais preciosa riqueza de uma nação”. Leite Lopes toma como exemplar aquele sentimento de Einstein, para o qual “o esforço para a verdade científica, desengajada dos interesses práticos de todos os dias, deveria

⁴⁴² Op. Cit.

⁴⁴³ Op. Cit.

ser sagrado para toda autoridade pública” (LOPES. 1987, p. 83)⁴⁴⁴. A despeito de toda sua inegável importância para a tecnologia e a indústria, a ciência é primeiramente uma atividade nobre como a literatura e a arte, que nos impulsiona a buscar a verdade, sem interesses utilitários, de tal modo que deveria ser sagrada. Eis o seu valor.

O discurso de José Leite Lopes, o modo como esse cientista responde o que é a “arte” do conhecimento científico, é o de que a ciência é uma busca nobre pela verdade. O que José Leite Lopes pensava que fosse a ciência deve tê-lo influenciado de milhões de maneiras (cuja reconstrução total é complexa demais para ser realizada), em seu dia a dia como pesquisador. Caso contrário, devemos admitir que Leite Lopes era demasiado cientista quando dentro da biblioteca, no escritório a ler ou escrever, em um laboratório, e pouco ou quase nada cientista quando pensava, escrevia e falava sobre o que é a ciência. Teremos que admitir que cientistas sejam bons calados, trabalhando. Que são pagos para fazer ciência, mas não para falar sobre o que pensam ser a ciência ou seu valor. Que isso cabe aos observadores das práticas científicas, seres privilegiados. Não concordamos com certa tendência em alguns estudos de ciência em negligenciar o que os cientistas pensam sobre ciência e ressaltar suas práticas concretas de laboratório. Primeiro, o grande problema está sempre na eleição do laboratório como o *locus* da pesquisa científica. Quantos milhões de teóricos tal reducionismo laboratorial deixa de fora? Quantos milhões de cientistas fazem ciência diariamente sem jamais pisar em um espaço que, rigorosamente, possa ser chamado de laboratório? E além, por que o plano da discursividade dos praticantes de ciência deve ser ignorado em detrimento das chamadas práticas concretas? Ora, os discursos, os atos de fala, as profissões de fé, os testemunhos de crença, as demonstrações de compromisso ideológico, a comunicação, não são também práticas concretas? E o cientista, é algum néscio incapaz de emitir opiniões interessantes acerca do que faz?

De nossa parte, preferimos tomar os discursos e as práticas, ou melhor, os discursos *como* práticas, e analisar as relações entre as ideias e as ações. Quais concordâncias, discordâncias, tensões emergem de tal relação? O modo como Leite Lopes pensa a ciência não pode ser dissociado do modo como ele realiza suas práticas de pesquisa. Até porque não consideramos que Leite Lopes fazia ciência somente quando estava a pesquisar. Ele a fazia em seus discursos, em suas reuniões com políticos, em suas disputas políticas e sociais. Quando, em um discurso que repercutiria na política científica nacional, ou apenas em um departamento, que seja, Leite Lopes enaltecia uma determinada imagem de ciência, ele também estava fazendo ciência. A ciência é feita em diversas dimensões. É feita nos laboratórios e nos gabinetes, nos escritórios e nas salas de aula, em sua dimensão epistêmica,

⁴⁴⁴ Op. Cit.

nas universidades, em sua dimensão pedagógica, nas salas de reunião, em sua dimensão política. Mas não que essas sejam camadas estanques, pois há política no laboratório, tanto quanto *episteme* nas salas de reunião. Essas dimensões se interpenetram.

Leite Lopes, e esse é o ponto central para o qual retornamos, pensava que a ciência era uma atividade nobre de busca da verdade. Quanta metafísica e quanta axiologia, em sentido forte, há aí, para que se sustente esta visão de ciência como uma nobre atividade de criação espiritual, tal como a arte. Posição que nos lembra àquela defendida por Einstein, Schrödinger, Heisenberg. Leite Lopes se insere nessa tradição de pensamento e assume sua filiação junto aos físicos filósofos? De certo modo, assim como a época dos filósofos naturais cedeu ante o tempo dos físicos filósofos, parece que na segunda metade do século XX tal tempo já havia chegado ao fim. Era tarde, já, para ser um físico filósofo. O campo da física durante a Segunda Guerra e no imediato pós-guerra havia sofrido profundas transformações institucionais. Com a consolidação da *Big Science* e a emergência de uma tecnociência, já não havia o *zeitgeist* para os físicos filósofos. Mas, ainda assim, vimos físicos na *Physics Today* falando da importância da física para a filosofia natural, da física como ciência e arte, da relação inevitável e necessária entre física e filosofia, da busca da física pela unidade da natureza, e, acima de tudo, da física como parte de um todo, ou seja, da interpenetração entre a física, a política, economia e a sociedade. Se os autores de *Physics Today* já não eram os físicos filósofos do início do século, tampouco eram sua antítese. Tais físicos não eram apenas especialistas preocupados com questões sumamente técnicas; ainda buscavam o exercício da física como atividade intelectual mais ampla. Deste modo, respondendo a questão posta acima, se, por um lado, Leite Lopes já não poderia mais ser o físico filósofo – pois este era possível em outras circunstâncias históricas – por outro, o físico brasileiro foi um intelectual amplo e crítico, o máximo que poderia ser em sua época. Leite Lopes estava completamente alinhado à primeira geração de autores de *Physics Today*. A discussão que travavam nos Estados Unidos não lhe era estranha em nada. Filosofia, arte, política, economia e sociedade foram igualmente tratadas por Leite Lopes.

Alguém poderá argumentar que os discursos e publicações de Leite Lopes que abordam tais temas são bem posteriores aos dez primeiros anos da revista. Em primeiro lugar, não há nenhuma conexão necessária entre tais atores. Nem tomamos a revista como parâmetro do que significa ser um físico intelectual àquela altura. Comparamos ambos apenas porque nos parece que *Physics Today*, à medida que era uma revista científica do AIP, bastante conectada aos problemas de seu tempo, nos serve como um indicativo das discussões que os coletivos de físicos norte-americanos travavam naquele momento. O tipo de discurso

propalado por Leite Lopes sobre o valor da ciência, a relação entre ciência e sociedade, ciência, tecnologia e política, não somente estava à altura dos debates promovidos por *Physics Today*, denotando sua atualidade, como os antecipou, conforme seu *Discurso de Formatura dos Bacharéis da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil* de 1942⁴⁴⁵. Leite Lopes era uma pessoa tão atenta às questões de sua época que o fato de estar no Brasil nos anos 1940 não implicava seu alheamento, um insulamento qualquer, limitando-o a discussões e posicionamentos que poderiam ser considerados anacrônicos. No *Discurso*⁴⁴⁶, as ideias de uma sociedade internacional interconectada e de um tempo presente para o qual a atenção não é uma possibilidade, mas uma necessidade, ficam evidentes:

No mesmo momento que estamos vivendo, desenrola-se em outras partes do mundo um conjunto de acontecimentos aos quais estamos inevitavelmente ligados, pois deles dependerá certamente a configuração futura das sociedades humanas (LOPES.2012, p. 1)⁴⁴⁷.

Essa parece ser uma forte característica do físico brasileiro, sua “percepção do momento histórico”. Com boa erudição, versado nos clássicos e estudioso da história, Leite Lopes sempre se destacou por ser um observador de seu próprio tempo. Outra característica de seu pensamento também já está presente no *Discurso*; a necessidade de pensar a ciência, seus modos de produção, seus espaços, a universidade. Nosso autor não se sente habilitado somente para fazer pronunciamentos *de* física, mas *sobre* física também. O cientista faz a ciência, mas deve pensar a ciência. Pelas próximas décadas Leite Lopes pensaria o lugar da ciência na universidade brasileira, e o lugar da universidade na sociedade. A reflexão sobre *ciência desinteressada* e ciência como meio estratégico para interesses políticos, econômicos e sociais também já se anunciam na ocasião:

Em nosso sistema universitário, constitui a Faculdade Nacional de Filosofia o estabelecimento para o qual convergem os que sentem vocação para a pesquisa científica, para a especulação filosófica, para o cultivo dos grandes clássicos, para o aprimoramento das qualidades que devem formar o professor. (...) Queremos, apenas assinalar de início, que esta solenidade constitui um dos mais justos motivos de alegria e de orgulho para nós outros. É que ela significa, antes de tudo, a importância atribuída aos estudos desinteressados e implica um reconhecimento oficial da necessidade destes para o enriquecimento do patrimônio cultural do Brasil. Antes da criação das faculdades de filosofia, viam-se obrigados os que concluíam o

⁴⁴⁵ LOPES, José Leite. *As palavras do orador da turma de bacharéis de 1942*. Ciência e Sociedade. CBPF-CS-007/12 - abril 2012. Esta reprodução do discurso junto com fotocópias da publicação original de 1943 do Diretório Acadêmico da Faculdade Nacional de Filosofia se encontram disponíveis em: http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs00712.2012_04_27_10_59_20.pdf

⁴⁴⁶ Modo pelo qual vamos nos referir ao *Discurso de Formatura* de 1942 de agora em diante.

⁴⁴⁷ Op. Cit.

curso secundário a escolher uma das escolas superiores então existentes (LOPES. 2012, p. 1-2)⁴⁴⁸.

Estamos vendo Leite Lopes valer-se da ocasião de sua formatura para ressaltar concepções de ciência, política científica e universidade. Declara, dentre outras coisas, parafraseemos Weber, que é preciso *vocação para a ciência*, mas que tal vocação demanda uma determinada configuração institucional peculiar. Não pode ser a escola superior, que é de natureza técnica e profissionalizante. Exige-se um espaço institucional cuja organização seja própria para suportar a convergência daqueles que atribuem valor à pesquisa desinteressada como elemento fundamental para o enriquecimento da cultura; a universidade. Já em sua formatura Leite Lopes demonstra que não se formou físico apenas para calcular ondas de probabilidade ou velocidades médias, mas para pensar a política científica nacional, a universidade, e o valor cultural da física. É como se o físico tivesse dado a sua grande cartada como intelectual já no capítulo inicial de sua carreira. As conquistas no campo da teoria física viriam mais tarde, mas ele não esperaria mais para apresentar suas respostas para questões de vulto, tão grandes, como “qual o valor da ciência?”. Há amplitude e profundidade em seus pensamentos em sua formatura que revelam não somente sua inquietude intelectual, mas uma boa dose de ousadia filosófica. Ora, um bacharel a se formar, se dirigia ao Reitor da Universidade do Brasil, e longe de se ater às homenagens e amenidades de um dia alegre, trata do valor da ciência e da universidade, e de outras questões complexas. Não teríamos que esperar mais tempo para sabermos o que pensava o físico sobre a tensão entre a pesquisa desinteressada e a pesquisa utilitária:

É uma afirmação bem conhecida que a origem de nossas teorias e de nossos sistemas, os mais abstratos, está em última análise, na atividade de utilizar, de desenvolver técnicas. Mas a história nos mostra também que os mais grandiosos progressos da própria técnica são resultantes da pesquisa a mais desinteressada, a mais afastada de toda intenção utilitária. Os exemplos são numerosíssimos e em todos eles verifica-se que é antes deixando-se guiar por uma misteriosa intuição, por uma insaciável curiosidade de desvendar as leis do Universo, de compreender e explicar o ajustamento estético, por uma particular predileção pela beleza formal e pela simplicidade lógica das idéias, que os homens de ciência realizam para os outros homens as conquistas espirituais de importância mais decisiva para a evolução das sociedades (sic) (LOPES. 2012, p. 3)⁴⁴⁹.

Diversos elementos de sua concepção de ciência, que seriam reforçados ao longo de sua carreira profissional até sua morte, já se encontram nesta passagem. (a) A imbricação entre ciência e técnica, (b) a importância decisiva do conhecimento teórico o mais abstrato e desinteressado, para a criação do solo em que florescem a técnica e a tecnologia, (c) a ciência

⁴⁴⁸ Idem.

⁴⁴⁹ Idem.

como expressão da curiosidade humana, de sua busca por compreensão dos mistérios do universo, (d) como contemplação da beleza do mundo, o valor estético da teoria física como representação da unidade e da harmonia, (e) e a física como exercício espiritual.

Mas Leite Lopes não se restringe a enaltecer o valor cultural, epistêmico, estético, da física. Pontua também como tal atividade faz parte de um complexo jogo de interesses, de tal modo que além de maravilhas, nos brindou também com imensos perigos. A ciência está sujeita aos mais escusos e nocivos interesses de Estados e corporações em busca de poder. Projetos que visam não o bem público, mas o privilégio privado. Estratégias que instrumentalizam a ciência em nome do lucro, nem que isso custe a paz, a segurança e a vida de uma boa parcela da humanidade. Décadas depois, chamaríamos tal processo de comoditização da ciência (MENDONÇA, 2011; REIS, 2010)⁴⁵⁰. Ciência e ideologia estão inextricavelmente dispostas. As ideologias mais perigosas podem se valer da ciência em suas dinâmicas de dominação, controle, exploração e expansão. É por isso que a ciência não é neutra, que a imparcialidade é um mito, que o mito cientificista do progresso é perigoso. É preciso perguntar: Qual tipo de progresso para qual grupo, conforme quais interesses de qual ideologia? Se a ciência não é neutra e não somente pode como veio sendo capitaneada por ideologias e estratégias degradantes, então é preciso lutar para que a ciência possua um *ethos* peculiar, ou seja, para que assuma determinados valores que enriqueçam a cultura e privilegiem o bem público. O cientista deve lutar pela “união definitiva entre a ciência, a moral e a justiça” (LOPES, 2012, p. 3)⁴⁵¹. Se a ciência não é neutra, então que penda para o “nosso” lado. Deste modo, no *Discurso* também encontramos os primeiros ensaios das reflexões axiológicas de Leite Lopes sobre os valores da pesquisa científica:

A mesma ciência que impulsionou a técnica fez nascer os mais perigosos problemas de ordem econômica e militar. A máquina, criada pelo espírito, não somente passou a fazer-lhe concorrência, mas voltou-se contra o seu próprio creador. Estamos assistindo, em nossos dias, a um drama dos mais angustiosos por que tem passado a espécie humana. Por ele, no entanto, não poderia ser responsabilizada a ciência pura ou a técnica. Como já se tem dito muitas vezes, a sua causa é antes o retardamento da moral ante a ciência, é a separação entre os valores morais e os valores racionais. Além de sua importância técnica e do seu alcance filosófico, possui também a ciência um valor moral que é, certamente, o mais relevante de todos. Existe na pesquisa científica, como em todo trabalho intelectual honesto, um plano de conduta, de amor à seriedade e ao bem, de simplicidade humana (sic) (LOPES, 2012, p. 3)⁴⁵².

⁴⁵⁰ Op. Cit.

⁴⁵¹ Op. Cit.

⁴⁵² Idem.

Se a ciência pressupõe a busca da verdade, exige também a luta pelo bem. Em nossas palavras, a prática e a defesa do bem e da justiça é o princípio axiológico correspondente ao pressuposto metafísico de busca pela verdade. A utilização da ciência para a destruição e a degradação decorre da separação dos valores morais e racionais, da negação do valor moral da ciência. A ciência, conforme Leite Lopes, possui um *ethos*, um *código de conduta*. Os cientistas que se alienam, que assumem e propagam o mito da neutralidade, que seguram em suas mãos os bisturis que arrancam da ciência seus valores morais são evidentemente, e inegavelmente, culpados pela crise, mas aqueles que se apropriam do conhecimento científico para alavancar suas estratégias de dominação são os maiores responsáveis:

O grande mal é justamente este: os que buscam os resultados das mãos do sábio para aplicá-los esquecem-se de receber os critérios de aplicação, esquecem-se de que as teorias, as equações e as experiências são, antes de tudo, verdadeiras obras de arte, poemas tecidos em louvor das virtudes espirituais do homem. Esquecem-se de receber também, os predicados humanos do sábio e de que a vida do homem de estudo, através de todos os sofrimentos, tem um objetivo supremo a atingir: o melhoramento das condições humanas, o progresso das sociedades tendo como base o indivíduo livre, bom e construtor (sic) (LOPES. 2012, p. 3)⁴⁵³.

Dois elementos merecem destaque nesta passagem. Primeiro, a explicitação das tensões entre ciência e poder, ou, dito de outro modo, entre cientistas, políticos, industriais e outros atores. Os frutos da pesquisa são aplicados por pessoas que não nutrem o menor apreço pelo conhecimento e pela cultura, mas que se movem em nome do lucro e do poder. Há um conflito flagrante. Mas o conflito não é só social. É um conflito existencial também, argumentamos. Embora Leite Lopes não tenha frisado este ponto, vale lembrar que muitas vezes as duas figuras coexistem em uma só pessoa; o cientista que busca o conhecimento também busca o lucro, o *status*, o poder. Múltiplos interesses se atravessam como em uma rede densa no interior de um único indivíduo. O outro elemento a se ressaltar é a afirmação que Leite Lopes faz de que as teorias, “as equações e as experiências, são, antes de tudo, verdadeiras obras de arte”. Temos aqui o terceiro elemento de sua concepção de ciência; a beleza, a ciência como obra de arte. Buscar a verdade, lutar pelo bem e expressar a beleza, é o que a ciência nos proporciona.

Como busca da verdade, Leite Lopes enfatiza a importância da pesquisa desinteressada e da universidade como *locus* de um ideal de formação amplo; como luta pelo bem, o físico enfatiza a necessidade de um *ethos* da pesquisa científica, ou seja, a união entre valores morais e epistêmicos para que a ciência seja utilizada para o bem público; e como

⁴⁵³ Ibidem.

obra de arte, nosso autor ressalta o valor estético das realizações científicas como importantes obras para a cultura, assim como o são as pinturas, as esculturas os poemas e as sinfonias.

Leite Lopes destacou a importância social e política da ciência. As duas faces de Jano da pesquisa científica são, deste modo, sua natureza epistêmica, por um lado, e seu caráter e responsabilidade social, por outro. Tanto a dimensão epistêmica quanto a dimensão social, em nossa interpretação, são igualmente intrínsecas. A ciência é uma atividade social, coletiva, comunitária, como toda prática cultural, mas não é igual (idêntica) a qualquer outra prática. Essa é a sutileza que possivelmente escapa ao debate. Assumir a ciência como um processo histórico e uma dinâmica social não significa retirar-lhe a racionalidade (como valor), destituí-la de sua natureza epistêmica, relativizá-la.

Afirmar que dois elementos estão contidos pelo mesmo conjunto não é o mesmo que afirmar que os dois são idênticos, que não há meios de distingui-los, que a escolha entre ambos é sumamente relativa e arbitrária. Também parece haver uma falta de compreensão sociológica da complexidade da cultura nesse tipo de reducionismo social. Ciência, arte, política, religião, são todos processos históricos e atividades sociais, mas cada qual possui suas peculiaridades, seus valores, seus cânones, suas dinâmicas, seus ritos e liturgias. Cada qual envolve uma dinâmica social particular, com seu próprio universo simbólico, hábitos, tradições, valores, práticas. Dimensão histórica e social pressupõe contingência e pluralismo. Passar do pluralismo ao relativismo, contudo, é um erro lógico. São todas atividades sociais, mas não se confundem, mesmo que se relacionem, se interpenetrem e se influenciem mutuamente, mesmo que suas fronteiras sejam tênues, e seus limites permeáveis. A fórmula *tudo é igual a tudo* não nos trará uma gota de compreensão. O catolicismo, o islamismo, o budismo e o hinduísmo são práticas sociais e expressões culturais. Equivalem-se por isso? Deixam de ser sistemas especiais de crença? Podem ser considerados a mesma coisa? Afirmar que a ciência é especial e que o tipo de conhecimento que produz é peculiar não é o mesmo que enaltecer a velha imagem positivista de ciência como razão superior, mas apenas reconhecer que toda manifestação cultural é uma prática social peculiar, e que para entender tal prática temos que compreender suas dinâmicas, ritos e valores próprios.

Retomando o pensamento de Leite Lopes, a ciência possui essa dupla face. Epistêmica, estética, cultural, por um lado, e ao mesmo tempo, política, social, econômica e institucional, por outro. Assume a busca desinteressada pela verdade como valor epistêmico, e simultaneamente, a busca interessada pelo bem-estar social, desenvolvimento tecnológico-industrial e a prosperidade econômica como valores sociais e políticos. Além disso, como

qualquer outra atividade social, está sujeita a interesses diversos, pessoais, corporativos, políticos, ideológicos. Aqui não há contradição; há complexidade:

(...) a ciência é fundamental para a educação dos jovens em toda parte, exatamente por essas características:[epistêmicas e sociais] **sua beleza intrínseca, a precisão das leis científicas que regem o universo e o desafio que apresenta o controle político das tecnologias** [grifos nossos] (LOPES. 1998, p. 268)⁴⁵⁴.

A despeito de ser um meio para a prosperidade econômica, a justiça social e a independência política, industrial e tecnológica nacional, a ciência é, Leite Lopes volta a insistir, *antes de tudo* uma atividade nobre, que nos aproxima da verdade, possui um *ethos* que nos dá orientação, sentido, e enriquece nossa vida com beleza:

Possui [a ciência] um conteúdo lógico inigualável e uma harmonia estética comparável à das mais belas criações artísticas. Conduz a uma formação moral das mais sólidas, pois o homem de ciência não pode subordinar um teorema matemático ou uma lei física aos seus interesses pessoais. É sob este aspecto lógico, estético e moral que a ciência deve ser cultivada e fomentada nas universidades [grifo nosso] (LOPES. 1998, p. 40)⁴⁵⁵.

O tema da beleza das teorias científicas é recorrente no pensamento do autor. A beleza é tomada como valor e característica da investigação natural. O êxtase estético que a ciência pode nos proporcionar se assemelha àquele da experiência artística:

Ao buscar as raízes profundas das noções de espaço, de tempo e de matéria, ela [a ciência] nos revela um quadro de extraordinária beleza, comparável às cantatas de Johann Sebastian Bach, à obra literária dos grandes escritores e dramaturgos, às realizações plásticas dos grandes pintores e aos encantos das catedrais góticas [grifo nosso] (LOPES. 1998, p. 268)⁴⁵⁶.

Como não se lembrar de Whewell quando Leite Lopes afirma que a ciência nos proporciona uma sólida formação moral, e como não se lembrar de Schrödinger e Heisenberg quando o físico fala da força estética das teorias científicas? Schrödinger, que diz que o sentimento do cientista está próximo ao do artista, Heisenberg que defende que a força estética de uma teoria física, assim como a obra de um Bach, nos aproxima da beleza e da ordem central. Com James A. Mcallister, assumimos que vindicações de beleza de uma teoria, ou o uso de critérios estéticos nas ciências, não são de ordem irracional⁴⁵⁷. A beleza é um

⁴⁵⁴ Op. Cit.

⁴⁵⁵ Idem.

⁴⁵⁶ Ibidem.

⁴⁵⁷ MCALLISTER, James W. *Beauty a Sign of Truth in Scientific Theories?* American Scientist, Vol. 86, No. 2, 1998, pp. 174-18. O filósofo brasileiro Carlos Puig tem pesquisado em seu doutoramento em filosofia da ciência a beleza como valor estético da teoria física.

valor estético, mas valores estéticos estão incluídos dentre os valores epistêmicos. É nesta perspectiva que compreendemos o modo como Leite Lopes lida com tal questão, assim como o fazia Paul Dirac. Para muitos físicos filósofos, há uma relação entre o verdadeiro, o belo e o bom. Esta simples trilogia, por sua vez, reforça tudo o quanto dizemos acerca da profunda e inevitável associação entre metafísica e axiologia. A verdade e o belo seriam pressupostos metafísicos indissociáveis do bem como princípio axiológico. Haveria uma ligação condicional entre a sólida formação moral (o bem) e a busca da verdade e da beleza como valores da ciência. O matemático britânico Ian Stewart, em *Uma história da simetria na matemática* nos lembra de que,

Paul Dirac acreditava que, além de matemáticas, as leis da natureza também deviam ser belas. A seus olhos, a beleza e a verdade eram dois lados da mesma moeda, e a beleza matemática fornecia uma pista sólida para a verdade física (STEWART, 2012, p. 328)⁴⁵⁸.

Stewart lembra ainda como outros físicos, como Einstein, Wigner e Heisenberg, cada qual ao seu modo, também pontuaram a importância da beleza e da elegância das teorias, e do vínculo destas com a simplicidade lógica. Em nossa leitura de Leite Lopes, o físico brasileiro dedicou-se avidamente a enaltecer os profundos vínculos entre a ciência, a verdade, o bem e o belo. Primeiro, o valor da ciência foi definido por ser uma busca da verdade capaz de nos revelar *quadros de extraordinária beleza comparáveis às cantatas de Bach*. Ou seja, a ciência persegue a verdade e expressa a beleza. A teoria física tem por finalidade comunicar o verdadeiro, e o verdadeiro é belo. Este é o fim da ciência, e a ciência como fim. Mas a ciência é também um meio: para a saúde, a paz, a prosperidade da sociedade e a libertação material dos povos, ou seja, a ciência é um meio para o bem. Somente quando o bem vem juntar-se à verdade e à beleza, o valor da ciência está completo. Enquanto isso não acontece, a verdade e a beleza são, ainda, incompletas, e correm o risco de ser sequestradas. Leite Lopes o denuncia em discursos e artigos: a ciência, como um meio, pode ser utilizada para o mal. O instrumento que pode ser útil à construção também é arma poderosa a ser empregada na destruição. Na escravidão e exploração política e econômica dos países em desenvolvimento pelos grandes centros, com interesses corporativos capitalistas, com ambição desmedida e inconsequente, no utilitarismo, no empobrecimento da cultura, na perpetração da pobreza material, na indústria da guerra, na política do conflito, o meio que poderia ser utilizado para um fim nobre pode servir aos propósitos mais ignóbeis. O verdadeiro, o bom e o belo devem se entrelaçar para termos a ciência como obra de arte e forma de vida, como cultivo do espírito. Somente assim a ciência pode ser parte de uma resposta para a

⁴⁵⁸ STEWART, Ian. *Uma história da simetria na matemática*. Clausio Carina (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

crise de sentido de nossa época, para o que Corredoira chama de “Crepúsculo da civilização”. Claro que isso não reflete como as coisas são, mas como deveriam ser. É um ideal. E acusar ideais de não serem fatos é como acusar os fatos de não nos oferecerem a devida força de orientação, a devida resposta para a questão do sentido. Por isso não podemos separar ciência e moral, por isso precisamos de um *ethos* forte para a ciência, para que mais do que um meio de incrementar a produção e desenvolver a base material, a ciência ainda possa ser uma força de orientação.

CONCLUSÃO

Não é possível prever as utilidades práticas, as tecnologias decorrentes, os ganhos sociais de uma teoria ou linha de pesquisa, mas devemos, pelo avanço epistêmico, desenvolvê-las mesmo assim, como um fim em si mesmo. Na relatividade, por exemplo, muitos usos práticos foram pensados tempos depois, mas boa parte da teoria não tem, e nem terá, utilidade prática alguma. Terá sido uma conquista menor do espírito humano? As ondas gravitacionais foram observadas 100 anos depois, e o uso prático destas talvez demore ainda mais tempo, ou nunca venha a ser desenvolvido. Devemos dizer que isso não importa, pois o ganho intelectual na construção de uma representação ampla da natureza é um bem por si mesmo.

Podem criticar tal visão como idealizada ou cândida. Respondemos que não se trata disso. No entanto, críticas à visão idealizada da ciência podem expor uma dificuldade relevante para qualquer concepção de ciência que seja uma candidata à alternativa ao modo de produção do conhecimento da *Big Science* e da tecnociência: de que vale uma visão de ciência que não reflete o modo como ela realmente é praticada? As visões alternativas são sempre “teorias de valor”, ou “conjuntos de valores”, tratando de como a ciência deveria ser, que geralmente estão calcadas em pressupostos metafísicos como “verdade”, “realidade”, “objetividade”, “racionalidade”. O problema, de acordo com Alberto Cupani, em *A propósito do ethos da ciência*, é que “Não apenas a epistemologia das últimas décadas, já mencionada antes, mas a reflexão crítica ocidental, de um modo geral, tem-se tornado desconfiada com relação a essa imagem da ciência” (CUPANI. 1998, p. 34)⁴⁵⁹. Cupani lembra que, para estudiosos como Ravetz e Spinner, o *ethos*, tal como tradicionalmente proposto por Merton, Bunge, entre outros, parece tratar, portanto, de uma “idealização”, e não da ciência como ela é de fato, não levando realmente em conta que “a ciência acadêmica vem sendo substituída pela “ciência industrial”, movida por fatores (econômicos, militares, políticos) que conduzem a práticas pouco compatíveis com o ethos da ciência acadêmica” (CUPANI. 1998, pp. 34-35).

Parece-nos que a questão posta por Ravetz e Cupani pode ser expressa da seguinte forma: “Já não é desejável avançar, contudo é impossível voltar atrás”. Ou seja, se por um lado o diagnóstico dos teóricos do *ethos* de que a ciência vem sendo comoditizada, empresarializada e corrompida, por fatores econômicos, militares, políticos, está correto, o prognóstico que propõem pressupõe uma metafísica (da verdade, da razão etc) “superada”,

⁴⁵⁹ CUPANI, A. *A propósito do 'ethos' da ciência*. *Episteme*, 3: 16–38. (1998).

“fossilizada”, alvo de desconfiança e incapaz, portanto, de ser, de acordo com Videira, aquela *força de orientação* capaz de guiar a ciência. É uma situação extremamente delicada e desafiadora, como se conhecêssemos a doença, mas o único tratamento que dispomos fosse obsoleto. Neste sentido, precisaremos de uma nova metafísica? De uma alternativa aos modelos hegemônicos que não seja a simples tentativa de resgatar o *ethos* da ciência acadêmica, “pura”, desinteressada?

Concordamos parcialmente com tal análise. De fato, estamos convencidos que não é possível simplesmente reverter o jogo, e modificar a pesquisa científica, globalmente, de uma hora para outra. Mas podemos, e devemos, ensejar e valorizar práticas alternativas, ainda que não passem de pequenos modelos. Não é possível, e nem desejável, reverter toda *Big Science* em *little science*, toda tecnociência, ou “ciência industrial”, em ciência acadêmica desinteressada. Já não é possível, ao menos, sustentar uma imagem de ciência acadêmica desinteressada, em sentido forte, porque sempre haverá um interesse extracientífico, por mais que a pesquisa persiga resultados puramente epistêmicos. Mas temos outra ressalva à proposta de Cupani, quando afirma, com Ravetz, que o *ethos* tradicional não é capaz de guiar as novas formas da pesquisa científica, por se fundamentar em uma “ideologia” ultrapassada, de ciência como “busca da verdade”. Parece-nos uma clara confusão entre fato e valor. O fato é aquilo que *é*, o valor, que *deve ser*. Acusar um *ethos* de não corresponder ao que a ciência é nos parece um exemplo básico de incompreensão da relação e imbricação entre fato e valor (PUTNAM. 2008, p. 21)⁴⁶⁰. A vitalidade do valor está justamente em *não ser*, mas em *dever ser*. Algo é um valor justamente porque é um “norte”, uma força de orientação. O valor não é necessário porque se realiza, *strictu sensu*, de modo pleno, mas porque a busca por sua realização, ainda que errante e utópica, é o que nos previne o erro ou até mesmo nos livra da barbárie. É mais sensato acusar caso o concreto de ter se distanciado do valor, do que o valor de não refletir o caso concreto. O valor não é um espelho, não deve espelhar o caso concreto. É uma bússola. Tanto melhor nos guiar por ele, então.

Quando nos esquecemos da natureza dos valores, podemos reforçar uma visão de ciência que converte valores em fatos. Porque a ciência *deve ser* honesta, imaginamos que ela *é* honesta, daí por diante. Esta metafísica ensejou uma imagem de ciência pura e desinteressada, como busca pela verdade, desvinculada de quaisquer interesses sociais, econômicos, políticos, e é ainda mais claro que tal concepção de ciência caiu em desuso ao longo do século XX, e hoje é entendida como uma visão antiquada e equivocada. Mas

⁴⁶⁰ PUTNAM, Hilary. *O Colapso da Verdade e outros ensaios*. Pablo Rubén Mariconda e Sylvia Gemignari Garcia (Trad.). Aaperecida, Sp: Ideias & Letras, 2008.

poderíamos dizer que é justamente por não refletir o caso concreto, é justamente porque os fatos atuais em muito se distanciam do *ethos*, que ele nunca foi tão atual, e necessário, quanto agora. É justamente na crise que o valor dos valores se impõe. Se há defasagem entre o *ethos* e a prática, é a prática, e não o *ethos*, que se encontra adoentada. E tanto maior a distância entre ambos, mais grave seu estado. Sinceramente, não deveríamos estar a discutir por que, ou se, o *ethos* reflete ou não a ciência tal como é praticada, mas por que a ciência tal como é praticada não reflete o *ethos*.

É exatamente isso que Niiniluoto busca com seu “realismo crítico” ou *cognitivismo socialmente responsável*: uma axiologia da pesquisa científica que contemple valores epistêmicos intrínsecos e valores sociais ao mesmo tempo, que conjugue fatos e valores, e que, ao invés de adequar os valores aos fatos, busque nos informar do óbvio ululante: saudável é justamente o contrário, quando os fatos buscam adequar-se aos valores. É isso que propôs e praticou José Leite Lopes, ao pensar a pesquisa científica como busca da verdade, da justiça e da beleza. Ademais, não vemos incompatibilidade alguma entre a metafísica da “ciência como busca da verdade” e o entendimento de que a ciência sempre foi afetada por interesses econômicos, sociais e políticos. A realidade, em sua abundância, entrelaça fatos e valores. Não há dicotomia, o que há é complexidade. Mais uma vez, não se trata de uma disjunção radical, de um jogo de “tudo ou nada”. Podemos dizer que temos, grosso modo, a versão ingênua, ou idealizada, e a versão arrojada, ou sócio-histórica, de tal metafísica. A versão ingênua é a da “Torre de Marfim”, da ciência pura e etérea, que confunde o valor com o fato, e a versão arrojada é aquela que entende que essa busca da verdade se dá no mundo, na sociedade, está limitada e circunscrita a coordenadas sociais que cruzam o espaço geográfico e o tempo histórico, de modo que por mais que valores epistêmicos intrínsecos e pressupostos metafísicos, como realidade, verdade, racionalidade, guiem a pesquisa científica, está se dá em um espaço complexo, que é social e político, cheio de tensões, disputas, negociações e interações com outros campos de atividades.

Não é porque temos que abdicar da concepção cândida de que a ciência é pura e desinteressada, que devemos pensar que seja uma prática exclusivamente movida por interesses utilitários, econômicos e políticos. Acreditamos que é sim possível alcançar certo nível de sofisticação intelectual capaz de elevar-se acima da falsa dicotomia entre as motivações epistêmicas mais profundas que movem os cientistas e o fato de que estes são seres humanos, e, portanto, afetam e são afetados por sua sociedade, cultura, base material, e possuem objetivos profissionais e pessoais, bem como considerar que a ciência é uma prática social complexa. Seria ingênuo pensar a ciência como algo puro, idílico, sem nenhum

interesse em produção de utilidades. Equívoco semelhante seria pensar que é essa a concepção de ciência de nomes como Poincaré, Heisenberg, Schrödinger, Niiniluoto, José Leite Lopes, entre outros. Estes valorizavam a ciência como um fim, mas não desvalorizavam sua importância como meio, criticavam o utilitarismo, mas não a utilidade, e buscavam a verdade, mas não entendiam tal atividade como algo etéreo e socialmente irresponsável.

Pensamos que os valores defendidos por tais cientistas e filósofos não têm sido capazes de corrigir e guiar a forma que a pesquisa científica assumiu na atualidade, não porque se fundam em uma imagem cândida de ciência pura e desinteressada, pois, já vimos que não é desta forma simplista e reducionista que tal axiologia deve ser entendida. A axiologia da pesquisa científica de cunho não utilitarista, qualquer que fosse a sua metafísica, não poderia guiar a *Big Science* e a tecnociência, não pela fraqueza dos seus pressupostos e princípios, mas pela força implacável dos interesses financeiros e políticos que as sustentam. O problema do *ethos tradicional*, ou da axiologia não utilitarista não é sua metafísica, mas sua impertinência e inadequação, a incompatibilidade entre seu receituário axiológico e a voracidade do mercado, a incongruência entre seu espírito público, aberto e crítico, e o interesse privado, secreto e mercantil das corporações e dos Estados.

Nossa análise dos impactos da ciência utilitarista, sobretudo da *Big Science* e da tecnociência, que enfatiza a utilidade prática e a inovação tecnológica, não deve ser grosseiramente confundida com um ataque simplório ao desenvolvimento da base material das sociedades. Estamos de acordo que a inovação tecnológica é de suma importância – se bem utilizada – e necessária, muitas vezes, para uma vida humana mais decente e confortável.

O problema não está na utilidade e inovação tecnológica, mas na redução de “toda” a ciência a este programa, a partir de uma ideologia economicista, que visa a expansão do mercado, não do bem-estar social, o enriquecimento das corporações, e não da cultura. Além disso, essa ideologia dominante concorre para ressignificar o conceito de inovação, reduzindo-o a nuance tecnológica. Ou seja, realmente muito se fala em inovação no mundo atual, mas pouco ou nada se ensina e divulga o quão amplo o espírito inovador humano pode ser. Poucas vezes uma sociedade está ciente de que Bach inovou a música ocidental com suas toccatas, tanto quanto Schoenberg o fez com a música dodecafônica no século XX. Leonardo inovou a pintura com o uso do *sfumatto*, van Gogh com suas pinceladas em chamas frenéticas, Monet com o uso das cores e da luz, Seuret com seus pontos, Kandinsky com suas curvas e com sua busca por uma pintura espiritual. Goethe inovou com seu Fausto, Pessoa com seus múltiplos estilos, Tarsila com seu Pau-Brasil. Ora, grandes inovadores esses gregos, que inventaram tantos conceitos na aurora do ocidente. Tanto que 2500 anos depois cá

estamos nós, sem ter esgotado ainda todo o inventário. Os indianos e, de acordo com Strauss, os maias, inovaram a matemática com a invenção do zero, Galois com a invenção das teorias de grupos, e grandes inovadores não foram aqueles que desenvolveram as geometrias não euclidianas, absurdamente revolucionárias, subversivas? O problema da atual “cultura da inovação” que predomina na universidade, na ciência, no mundo de hoje, é que ela é intelectualmente pobre, rasa, reducionista. O jovem é pretensamente educado para inovar, mas não lhe é ensinado o que é “inovação”, como se toda a inovação humana se reduzisse à criação de bens de utilidade prática com alto potencial de industrialização e comercialização. Ultrapassamos de longe o que Adorno e Horkheimer chamaram de indústria cultural. Agora, é a industrialização da vida, é a industrialização espiritual. Talvez o que Benjamin nos disse em *O capitalismo como religião*. Enfim, uma civilização que se prosta aos pés do deus dinheiro.

A utilidade deve ser um dos alvos da ciência, mas o utilitarismo não pode ser sua base metafísico-axiológica, não a custo de um empobrecimento espiritual nocivo e perigoso. Neste trabalho esperamos ter demonstrado que as práticas científicas não são neutras – nem socialmente, nem filosoficamente – que sempre pressupõem e propalam determinados pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, ou seja, valores. Que, historicamente, diferentes imagens de ciência coexistiram em meio a tensões e disputas, e que, no século XX, a imagem que chamamos de utilitarismo se impôs como axiologia dominante. Os valores do utilitarismo são contrários aos valores de outras imagens não utilitárias, e compatíveis com a ideologia tecnocapitalista. Defendemos que, como resultado de tal processo, há uma crescente commoditização da ciência, empresalização da universidade⁴⁶¹ e empobrecimento da cultura.

Vimos, no primeiro capítulo, como cientistas filósofos, tais como o matemático francês Henri Poincaré, o físico alemão Werner Heisenberg, o físico austríaco Erwin Schrödinger, entre outros, conceberam a relação entre metafísica e ciência, e ofereceram respostas para uma grande questão filosófica: “Qual é o valor da ciência?”. Tratamos das relações entre verdade e utilidade no segundo capítulo e destacamos a tensão entre uma concepção de ciência centrada na ideia de seu valor epistêmico e cultural, para a qual a ciência é um fim em si mesmo, e outra, que chamamos de utilitarismo, de acordo com a qual o valor da ciência está em viabilizar a produção de utilidades práticas. Enfatizamos, também, como o utilitarismo foi considerado como uma força de empobrecimento e degradação dos valores tradicionais da pesquisa científica por diversos cientistas e filósofos. Nos capítulos seguintes realizamos, respectivamente, três estudos de caso com o intuito de demonstrar a

⁴⁶¹ E também a emergência de uma “Síndrome da Ostensiva Mercantilização Acadêmica”, conforme Mendonça. Op. Cit.

imbricação entre pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, e a tensa coexistência entre o “epistemicismo” e o “utilitarismo”. No primeiro analisamos como pressupostos metafísicos e princípios axiológicos podem ter sido decisivos na rejeição da teoria da fissão nuclear, de Ida Noddack, pelo grupo de Enrico Fermi. O grupo de Fermi não reconheceu os produtos do bombardeamento do núcleo atômico como decorrentes de fissão nuclear, e propôs que se tratavam de novos elementos transurânicos. Buscamos mostrar como pressupostos metafísicos e princípios axiológicos podem ter sido decisivos para que Fermi rejeitasse a hipótese de fissão nuclear, e como a questão do valor da ciência esteve presente nesse processo. Investigamos os dez primeiros anos de *Physics Today* no quarto capítulo, que é considerada pelo *American Institute of Physics* como a mais importante revista de física do mundo. Queríamos demonstrar como a tensão entre as duas concepções de ciência abordadas no segundo capítulo aparecia fortemente nas publicações da primeira década da revista. No quinto capítulo, analisamos um pouco da vida e da obra filosófica de José Leite Lopes. Como o cientista brasileiro pensava o valor da ciência? Vimos que sua resposta para a natureza da ciência transcende o impasse entre verdade e utilidade, ao defender que a ciência deve buscar a verdade, lutar pelo bem e nos aproximar do belo. Finalmente, como alternativa ao utilitarismo em voga, defendemos uma imagem de ciência epistemicamente centrada e socialmente robusta.

Por fim, concluimos enfatizando a necessidade de que os investigadores de ciências, por meio de abordagens complexas que conjugam a interação entre saberes de muitas disciplinas, como filosofia, história, sociologia, psicologia, entre outras, não se acomodem em um papel descritivista pretensamente isentos de valores. Ora, isso seria quebrar a simetria e cair em contradição. Se as ciências não são neutras, e possuem valores, e nossos estudos são científicos, então não há porque assumir ares de suposta isenção e imparcialidade. É preciso analisar a ciência tal qual se faz; no entanto, mais do que nunca, é preciso pensar como ela deve ser feita.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Elcio. *Teoria quântica da gravitação: Cordas e Teoria-M*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 147-155, 2005.
- AERTSEN, Jan. A. *A tríade 'Verdadeiro-Bom-Belo': O lugar da beleza na Idade Média*. In: Viso: Cadernos de estética aplicada, v. II, n. 4 (jan-jun/2008), pp. 1-19.
- ALLEN, James S. *Marshall Plan Recovery or War?* New York: New Century Publishers, 1948.
- ALLISON, S. *Enrico Fermi, 1901—1954*. Washington D.C: National Academy of Science, 1957.
- ALMEIDA FILHO, Naomar de. *Reconhecer Flexner: inquérito sobre produção de mitos na educação médica no Brasil contemporâneo*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 26, n. 12, p. 2234-2249, Dec. 2010.
- ALMEIDA, Paulo Roberto de. *O Brasil e o FMI desde Bretton Woods: 70 anos de História*. Rev. direito GV, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 469-496, Dec. 2014
- AMALDI, Edoardo. *The Prelude to Fission*. In: J. W. Beherens & A. D. Carlson (eds). *Fifty Years with Nuclear Fission*. La Grange Park: American Nuclear Society.
- ANDERSON, Warwick. *Introduction: post-colonial science*. Social Studies of Science, v. 32, n. 5-6, p. 643-658, 2002.
- ANDRADE, Ana Maria R. *Físicos, Mésons e Política: A Dinâmica da Ciência na Sociedade*. São Paulo: Editora Hucitec, Museu de Astronomia e Ciências Afins, 1999.
- ANDRADE, Ana Maria R. *Ideais políticos. A criação do Conselho Nacional de Pesquisas. Parcerias Estratégicas (Brasília)*, v. 11, p. 221-242, jun. 2001.
- ANDRADE, Maria Re; CARDOSO, Leandro Rocha. *Aconteceu, virou manchete*. Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 21, nº 41, p. 243-264. 2001
- AVERSA, Thiago Muza et al. *Síntese e sulfonação de resinas poliméricas macroporosas e avaliação na remoção de petróleo e de anilina em água*. Polímeros, São Carlos, v. 24, n. 1, p. 45-51, 2014.
- BAKER, John R.A *Ciência e o estado planificado*. Antonio de Souza (Trad.), Coimbra, 1947 In. Prêmios Nobel de 1948. Cienc. Cult., São Paulo, v. 62, n. spe1, 2010.
- BARBOSA, Ricardo. *A Formação pela Ciência: Schelling e a ideia de universidade*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2010.
- BARTON, Henry A. *Institut Doings*. Physics Today. V.1, N.1, p.4 (1948)
- BASSALO, José Maria Filardo. *Einstein e o Campo Unificado*. Em: <<http://www.seara.ufc.br/folclore/folclore390.htm>>
- BECK, Guido. *Guido Beck (depoimento, 1977)*. Rio de Janeiro, FGV-CPDOC, 2010.

- BELENDEZ, Augusto. *La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2601.1-2601.20, 2008.
- BERNAL, John D. *The Social Function of Science*. London: George Routledge & Sons LTD., 1946.
- BLACKBURN, Simon. *Dicionário de Oxford de filosofia*. Tradução de Desidério Murcho et al. Consultoria da edição brasileira, Danilo Marcondes. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.
- BLACKETT, Patrick, M. S. *Cloud chamber researches in nuclear physics and cosmic radiation* In *Nobel Lectures, Physics 1942-1962*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1964.
- BOCHNER, Rosany. *Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil*. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 73-89, Mar. 2007.
- BOHR, Niels. *Física atômica e conhecimento humano*. Vera Ribeiro (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- BOLTZMANN, Ludwig. *Escritos Populares*. Tradução Antonio Augusto Passos Videira. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2004.
- BORN, M; AUGER; SCHRÖDINGER, E; HEISENBERG, W. *Problemas da Física Moderna*. Trad. Gita. K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva: 2006.
- BOSTOCK, John [et al] *The Natural History. Pliny the Elder*. London. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street. 1855
- BROCK, William.H. *The Norton History of Chemistry*. New York: W. W. Norton, 1993. 343
- BRONOWSKI, J. *Ciência e Valores Humanos*. Alceu Letal (Trad.) São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- BROWN, Sanborn C. *The Growth of Physics*. Am. J. Phys. 20, 117 (1952)
- BROWN, Th. M.; CUETO, M.; FEE, E. *A transição de saúde pública 'internacional' para 'global' e a Organização Mundial da Saúde*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13, n. 3, p. 623-47, jul.-set. 2006.
- BUCK, Alice, L. *The Atomic Energy Commission*. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, July 1983.p.2
- CAMARA, M; et al.: *Transgênicos: avaliação da possível (in)segurança alimentar através da produção científica*. História, Ciências, Saúde: Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 16, n.3, jul.-set. 2009, p. 669-681.
- CAMENIETZKI, Carlos Z; PEDROSA, Fábio Mendonça. *A Observação Cometária de José Monteiro da Rocha no Brasil Seiscentista*. Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Editora da Unesp; Imprensa Oficial do Estado; Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2001.
- CARUSO, Francisco. *Saudação a José Leite Lopes. Ciência e Sociedade*. CBPF- CS010/05

CASTRO, Josué de. *Geopolítica da fome: ensaio sobre os problemas de alimentação e de população do mundo* - 3ª ed. rev. - Rio de Janeiro : Liv. Ed. da Casa do Estudante do Brasil, 1955.

CHARPACK,G; OMNÈS,R. Ciência e Sociedade in *Sejam sábios, tornem-se profetas*.Rio de Janeiro: Editora Best Seller, 2007.

CHOPPIN, G. R.; LILJENZIN, J. O.; RYDBERG, J.; *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*, Butterworth-Heinemann: Oxford, 1995.

COHEN, Jonathan L. *Knowledge and Language*. Selected essays. James Logue (Edt). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

COMPTON, Karl T. *The founding of the American Institute of Physics*. Physics Today. V.5, N.2, p.4 (1952)

CORREDOIRA, Marín López. *The Twilight of the Scientific Age*. arXiv:1305.4144 [physics.hist-ph]. 2013. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1305.4144.pdf>>.

COUTO, Joaquim Miguel et al. *Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação Brasileira (1990-2007)*. Econ. soc., Campinas , v. 20, n. 2, p. 299-327, Aug. 2011 .

CREASE, Robert P. *As grandes equações: a história das fórmulas matemáticas mais importantes e os cientistas que as criaram*. Alexandre Cherman (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

CREASE, Robert P. *The brief guide to The Great Equations: The hunt for cosmic beauty in numbers*. London: Constable & Robinson Ltd, 2009.

CREASE, Robert P; WESTFALL, Catherine. *The New Big Science*. Physics Today. V. 69, N 5, (2016).

CREDIT SUISSE BANK (2016) “Global Wealth Databook 2016”. Disponível em: <<http://publications.creditsuisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=AD6F2B43-B17B-345E-E20A1A254A3E24A5>>.

CUPANI, Alberto. *A propósito do 'ethos' da ciência*. *Episteme*, 3: 16–38 (1998).

CUPANI, Alberto. *A tecnologia como problema filosófico: três enfoques*. *Sci. stud.*, São Paulo , v. 2, n. 4, p. 493-518, Dec. 2004 .

DARROW, Karl K. *My sixty years with The American Physical Society*. Physics Today V.27, N.7, p. 38 (1974)

DARROW, Karl. *Physics as a science and an art*. Physics Today V4, N11, p. 6 (1951).

DASTON, Lorraine; GALISON, Peter. *Objectivity*. New York: Zone Books, 2007.

DASTON, Lorraine; RICHARDS, JOAN.I. *Bernard Cohen*. Physics Today V.57, N.7, p.75 (2004)

DIAS, Juliana; OLIVEIRA, José Carlos de. *Diálogos descontraídos: do direito à semente ao direito à informação sobre a produção de alimentos transgênicos*. Congresso Scientiarum Historia VI. Rio de Janeiro, Brasil. UFRJ-CCMN-HCTE, p. 361-373.

DIÁZ, JOSÉ Antonio Acevedo. *De La ciencia a La tecnociencia (II). La ciencia industrial e la Big Science*. Disponível em: <<http://cooperacionib.org/index.php>>

DIÁZ, JOSÉ Antonio Acevedo. *De La ciencia a La tecnociencia (III). Y, al final, tecnociencia*. Disponível em: <<http://cooperacionib.org/index.php>>

DICIONÁRIO DE BIOGRAFIAS CIENTÍFICAS. Benjamin C, editor. Rio de Janeiro: Contraponto; 2007.2.696 pp.

Disponível em: <<www.lusosofia.net/textos/weber_a_ciencia_como_vocacao.pdf>>

DUHEM, Pierre. *A Teoria Física: Seu objeto e sua estrutura*. Tradução Rogério Soares da Costa. Rio de Janeiro: Eduerj, 2014.

EINSTEIN, Albert. Considerações Cosmológicas sobre a Teoria da Relatividade Geral In *O Princípio da Relatividade*. 3. ed. Tradução Mário José Saraiva. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983.

EINSTEIN, Albert. Einstein Papers. Disponível em <<http://einsteinpapers.press.princeton.edu>>.

EINSTEIN, Albert. Interview for American Institute of Physics. Disponível em: <<http://www.aip.org/history/mod/audio/fission/04einstein.html>>.

ELIAS, Norbert. *Mozart, sociologia de um gênio*. Sérgio Goés de Paula (trad.). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1995.

ENGELS, Friedrich. *Cartas sobre las ciencias de la naturaleza y las matematicas*. Barcelona: Anagrama, 1975.

ENGELS, Friedrich. *Dialética da natureza*. Rio de Janeiro: Paz e terra, 3ª ed, 1979.

ESPINOSA, Baruch. *Breve Tratado de Deus, do Homem e de seu bem estar*. Emanuel Angelo da Rocha Fragoso; Luís César Guimarães Oliva (Trad.). Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

FAPESP. *Sob o céu da Bahia*. PESQUISA FAPESP. n. 174. Agosto-2010, p. 9

FARIA, Neice Müller Xavier; FASSA, Anaclaudia Gastal; FACCHINI, Luiz Augusto. *Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos*. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 25-38, Mar. 2007.

FEIJÓ, Ricardo Luis C. *A ideia de ciência em Marx*. Política & Sociedade - Florianópolis - Vol. 14 - Nº 31 - Set./Dez. de 2015, pp. 293-325. p. 310.

FERMI, Enrico. *Artificial radioactivity produced by neutron bombardment*. Nobel Lecture, December 12, 1938. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1938/fermi-lecture.pdf>

- FERMI, Enrico. *Possible Production of Elements of Atomic Number Higher than 92*. *Nature* 133, 898-899, 1934. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v133/n3372/abs/133898a0.html>>
- FERMI, Laura. *Atoms in the family*. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 157.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1975.
- FEYNMAN, Richard. *Física em 12 lições*. Tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.
- FITZGERALD, John J. *The nature of physical science and the objectives of the scientist*. *Philosophy*. Vol. 27, No. 101 (Apr., 1952), pp. 125-137.
- FLEXNER, Abraham. *The Usefulness of Useless Knowledge*. Harpers, issue 179, June/November 139. Disponível em <<<https://library.ias.edu/files/UsefulnessHarpers.pdf>>>.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Entrevista com Nuccio Ordine. Disponível em: <<<http://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2016/03/1746420-o-conhecimento-e-um-valor-em-si-defende-o-italiano-nuccio-ordine.shtml>>>.
- FORMAN, Paul. *A Cultura de Weimar, a Causalidade e a Teoria Quântica, 1918-1927*. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Supl. 2, Unicamp, SP. 1983.
- FRAGOZO, Fernando. *O Advento da tecnologia como crise da epistemologia: A Necessidade de Repensar o Estatuto da Técnica no Campo da Comunicação Lumina - Juiz de Fora - Facom/UFJF - v.6, n.1/2, p.155-169, jan./dez. 2003*
- FREIRE JR., Olival. *Ciência e filosofia na experiência socialista*. *Princípios*, 21, 1991, p. 70-78.
- FREIRE JR., Olival; PATY, Michel; BARROS, Alberto Luiz da Rocha. *David Bohm, sua estada no Brasil e a teoria quântica*. *Estud. av.*, São Paulo, v. 8, n. 20, p. 53-82, Apr. 1994
- FREYRE, Gilberto. *Ainda a questão da "arte pura"* in Gilberto Freyre - Coleção Pensamento Crítico. Clarissa Diniz; Gleyce Heitor (Org.). Rio de Janeiro: Funarte, 2010.
- GALISON, P. *Culturas etéreas e culturas materiais in A ciência tal qual se faz*. Coord. Fernando Gil. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1999.
- GALISON, P. *Einstein's clocks, Poincaré's maps: empires of time*. New York: W. W. Norton, 2004.
- GALISON, Peter. *Interview*. Cambridge: Atomic Heritage Foundation, 2015. Disponível em: <<http://manhattanprojectvoices.org/oral-histories/peter-galisons-interview>>
- GALISON, Peter. *Os relógios de Einstein e os mapas de Poincaré*. Lisboa: Gradiva, 2005.
- GARCIA, Eugênio V. *De como o Brasil quase se tornou membro permanente do Conselho de Segurança da ONU em 1945*. *Rev. bras. polít. int.*, Brasília, v. 54, n. 1, p. 159-177, 2011.
- GLEISER, Marcelo. *A criação imperfeita*. Rio de Janeiro: Record, 2010.

GLEISER, Marcelo. *O papel do Estado e dos cientistas em projetos de produção de armas*. Folha de São Paulo, 15 de Abril de 2017.

GLERUP, C; HORST, M (2014) *Mapping 'social responsibility' in science*, Journal of Responsible Innovation, 1:1, 31-50.

GOLDFARB, José Luiz. *Mário Schenberg e a História da Ciência*. Revista da SBHC, n. 12, p. 65-72, 1994.

GOMES, Ana Carolina Vimieiro. *Uma ciência moderna imperial: a fisiologia brasileira no final do século XIX (1880-1889)*. 1. Ed. Belo Horizonte, MG: Fino Traço; Campina Grande, PB: EDUEPB; Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 2013.

GORIS, Wouter; AERTSEN, Jan. *Medieval Theories of Transcendentals* In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/transcendentals-medieval/>>.

GROSS, Bernhard. *Physics in Brazil — Ways and means*. Physics Today V.3, N.1, p. 26 (1950)

GUATTARI, Félix; ROLNIK, Sueli. *Micropolítica: Cartografias do Desejo*. Petrópolis: Vozes, 1999.

HABASHI, Faith. *Ida Noddack and the missing elements*. Disponível em: <<http://www.rsc.org/education/eic/issues/2009March/ida-noddack-rhenium-nuclear-fission.asp>. Acesso em 15/04/2015.>

HACKING, I. *Representar e Intervir*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2012.

HAHN, Otto. *From the natural transmutations of uranium to its artificial fission*. Nobel Lectures, Chemistry 1942-1962, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1944/hahn-lecture.pdf>

HAHN, Otto; STRASSMANN, Fritz. *Concerning the Existence of Alkaline Earth Metals Resulting from Neutron Irradiation of Uranium*. American Journal of Physics, January 1964, p. 9-15.

HAHN, Otto; STRASSMANN, Fritz. *Naturwissenschaften* 26, 756 (1938).

HALBAN, H; JOLIOT, F; KOWARSKI, L. *Number of Neutrons Liberated in the Nuclear Fission of Uranium*. *Nature*. 1939. 143, 680-680.

HANSON, Norwood R. Observação e interpretação, In: MORGENBES-SER, S. *Filosofia da ciência*. São Paulo: Cultrix, 1979.

HAVENS JR, W. K. K. *Darrow (Obituaries)*. Physics Today V. 35, N 11, p. 93-84

HAWKING, Stephen. *Uma nova história do tempo*. Tradução Vera de Paula de Assis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HEISENBERG, Werner. *A ordenação da realidade: 1942*. Tradução de Marco Antônio Casanova. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

HEISENBERG, Werner. *Más Allá de la física*. Madri: La Editorial Católica S. A., 1974.

- HEISENBERG, Werner. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD.,1953.
- HERTZ, Heinrich. *Física Mecânica e Filosofia*. Antonio Augusto Passos Videira e Ricardo Lopes Coelho (Org.); Gabriel Dirma Leão (Trad.). Rio de Janeiro: Eduerj, 2012.
- HIIYA, James A. *The Gita of J. Robert Oppenheimer*. PROCEEDINGS OF THE AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY VOL. 144, NO. 2, JUNE 2000. pp. 123-167.
- HOBBSAWM, Eric. *Era dos Extremos: O Breve século XX (1914-1991)*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.
- HOCHMAN, Gilberto. A ciência entre a comunidade e o mercado: Leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina in *Filosofia, História e Sociologia das Ciências – abordagens contemporâneas*. Vera Portocarrero (Org.). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. p. 221.
- HOLTON, Gerald. *The Scientific Imagination: Cases Studies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- HOOK, Ernest B. *Dissonância interdisciplinar e prematuridade in Prematuridade na descoberta científica: sobre resistência e negligência*. Gita K. Guinsburg (Trad.). São Paulo: Perspectiva, 2007.
- HOUSTON, William V. *On the Spirit of Physics*. *Physics Today* V. 4, N 2, (1951).
- HOWARD, Don A. *Albert Einstein as a philosopher of science*. *Physics Today* 58(12), 34 (2005); p. 34
- HUGUES, Donald. *Physics in Poland and Russia*. *Physics Today* V. 10, N.12, p. 10 (1957).
- HUTCHISSON, Elmer (et al). *Robert Davis and Physics Today*. *Physics Today* V.18, N. 12, p. 17 (1965).
- INCA. Comunicação. Posicionamento do Inca sobre agrotóxicos. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>
- JACOBSEN, AnjaSkaar. *Léon Rosenfeld's Marxist defense of complementarity*. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, Vol. 37, Supplement, pps.3–34.
- JAMMER, Max. *Einstein e a religião: Física e Teologia*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011.
- KATCHER, David A. *Editorial*. *Physics Today* V. 1, N.1, p.3 (1948).
- KATCHER, David A. *Interview of David Katcher by Finn Aaserud* on 1986 April 16, Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, Disponível em: <www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4699>
- KEMP, Amy; EDLER, Flávio Coelho.: *'Medical reform in Brazil and the US: a comparison of two rhetorics'*. *História, Ciências, Saúde Manguinhos*, vol. 11(3): 569-85, Sept.-Dec. 2004.
- KROPF, Simone; FERREIRA, Luiz Otávio. *A prática da ciência: uma etnografia no laboratório*. *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*. Vol 4 (3) Nov 1997- Fev 1998. pp. 589-597.

- KUHLMANN, Meinard. O que é Real? *Scientific American Brasil*, São Paulo: Duetto, n. 51, edição especial, s/d.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.
- KURY, Lorelai. *Homens de ciência no Brasil: impérios coloniais e circulação de informações (1780-1810)*. Hist. cienc. saude-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 11, supl. 1, p. 109-129, 2004.
- LACEY, Hugh. *Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais?*. Sci. stud., São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-149, June 2003.
- LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica 1*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiæ Studia/Editora 34, 2008.
- LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica 2*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiæ Studia/Editora 34, 2010.
- LANTIMAN, Camila. *A interação entre ciência e valores segundo Hugh Lacey: estratégias, controvérsias e bem estar de todos*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UERJ, 2015.
- LATOUR, Bruno. *A Ciência em Ação: Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade afora*. São Paulo: UNESP, 2000.
- LATOUR, Bruno. *Joliot: l'Histoire et la Physique Mélées* in SERRES, M (Org.) *Eléments d'histoire des sciences*. Paris: Bordas, 1989. pp. 493-513. Disponível em: <<http://www.bruno-latour.fr/node/275>>
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *Vida de Laboratório: a produção dos fatos científicos*. Angela Ramalho Vianna (Trad.). Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LATTES, César. *Leite Lopes e a física no Brasil: um testemunho pessoal*. Em <http://www.cbpf.br/LeiteLopes/>.
- LATTES, César. M.G.; MUIRHEAD, Hugh; OCCHIALINI, Giuseppe. P. S.; POWELL, Cecil. *Processes Involving Charged Mesons*, Nature 159 (1947), 694-7.
- LEE, Dubridge. *Obituaries: Vannevar Bush*. Physics Today V. 27, N.9, p. 71 (1974).
- LEITE, Serafim. *Artes e Ofícios dos Jesuítas no Brasil (1549 – 1760)*. Lisboa: Brotéria, 1953.
- LEMOES, Flávia Cristina Silveira. *Práticas de governo das crianças e dos adolescentes propostas pelo UNICEF e pela UNESCO: inquietações a partir das ferramentas analíticas legadas por Foucault*. Psicol. Soc., Belo Horizonte, v. 24, n. spe, p. 52-59, 2012.
- LÉVI-STRAUSS, Claude. *O Pensamento selvagem*. Tânia Pellegrini (Trad.). Campinas-SP: Papirus, 1989.
- LÉVI-STRAUSS, Claude. *Race and History*. Paris: Unesco, 1952.
- LEWGOY, F. *A voz dos cientistas críticos*. História, Ciência, Saúde: Manguinhos. Vol. VII(2), Jul.-Out. 2000, p. 503-508.
- LEWIS, G. *The Conservation of Photons*. Nature. Vol. 118, 2. 1926, pp 874-875.

- LEYS, Wayne. *The scientist's code of ethics*. Physics Today. V. 5, N. 3, p. 10 (1952).
- LLOSA, Mario Vargas. *A Civilização do Espetáculo*. Ivone Benedetti (Trad.). Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.
- LOPES, José Leite. *A ciência e a construção da sociedade na América Latina* In *Ciência e Liberdade*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; CBPF/MCT, 1998.
- LOPES, José Leite. *As palavras do orador da turma de bacharéis de 1942*. Ciência e Sociedade. CBPF-CS-007/12 - abril 2012.
- LOPES, José Leite. *José Leite Lopes (depoimento, 1977)*. Rio de Janeiro, CPDOC, 2010.
- LOPES, José Leite. *O valor da ciência e da tecnologia* In *Ciência e Desenvolvimento*. Niterói: Tempo Brasileiro - Universidade Federal Fluminense, 1987.
- MACDOWELL, Samuel. *Responsabilidade social dos cientistas: natureza das ciências exatas*. Estud. av., São Paulo , v. 2, n. 3, p. 67-76, Dec. 1988 .
- MAGALHÃES, RCS. O novo cenário internacional no pós-segunda guerra mundial e o lançamento da campanha continental para a erradicação do *Aedes aegypti* In *A erradicação do Aedes aegypti: febre amarela, Fred Soper e saúde pública nas Américas (1918-1968)* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2016. História e Saúde collection, pp. 177-221.
- MAIER, Charles S. (1981). *The two postwar eras and the conditions for stability in twentieth-century Western Europe*. American Historical Review 86(2): 327-352. pp.341-342.
- MALFERRARI, Carlos. *Ciência e destruição*. Estud. av., São Paulo , v. 24, n. 69, p. 79-84, 2010 .
- MANLEY, John H. *Secret Science*. Physics Today V. 3, N. 11, p. 8 (1950).
- MANN, Alfred K.; UFFORD, Charles W.; WALES, Walter D. *Gaylord P. Harnwell (Obituaries)* Physics Today V.35, N.10, p. 92 (1982)
- MARCUSE, H. *The responsibility of science*. In: KRIEGER, L. & STERN, F. (Org.). *The responsibility of power: historical essays in honor of Hajo Holborn*. New York: Doubleday, 1967. p. 439-44.
- MARCUSE, Herbert. *A responsabilidade da ciência*. Sci. stud., São Paulo , v. 7, n. 1, p. 159-164, Mar. 2009. p.159.
- MARQUEZ, Gabriel Garcia. *Eu não vim fazer um discurso*. Rio de Janeiro: Record, 2011.
- MARX, Karl. *O 18 Brumário e Cartas a Kugelmann*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- MARX, Karl. *Maquinaria e trabalho vivo – os efeitos da mecanização sobre o trabalhador* in Manuscritos. Diego Grossi Pacheco (Trasc.). Disponível em: <<<https://www.marxists.org/portugues/marx/1863/05/maquinaria.htm#tr1>>>.
- MASSARANI, L. *OGMs à mesa: decifre-os antes de devorá-los*. História, Ciência, Saúde: Manguinhos. Vol. VII(2), Jul.-Out. 2000, p. 437-439

- MAXWELL, James. C. *Grove's correlation of physical forces*. In: NOVEN, W. D. The scientific papers of James Clerk Maxwell. Cambridge: Cambridge University Press, 1890. v. 2.
- MCALLISTER, James W. *Beauty a Sign of Truth in Scientific Theories?* American Scientist, Vol. 86, No. 2, 1998, pp. 174-18.
- McCOMAS, W.F; ALMAZROA, H.;CLOUGH, M.P. *The nature of Science in Science education: An introduction*. Science & Education, v. 7, n.6, 1998, p. 511-532
- MEITNER, Lisa; FRISCH, Otto R. *Products of the Fission of the Uranium Nucleus*. Nature, 143, 1939. 471-472.
- MENDONÇA , André de Oliveira. *Dos Valores de Medida aos Valores como Medida: Uma avaliação axiológica da avaliação acadêmica*. Ensaios Filosóficos, Volume X - Dezembro/2014. pp. 111-133
- MENDONÇA, André Luís de Oliveira O. *Por uma nova abordagem da interface ciência/sociedade: a tarefa da filosofia da ciência no contexto dos science studies*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Tese de doutorado), 2008.
- MENDONÇA, André Luís de Oliveira. VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *A representação como um processo coletivo tortuoso e custoso: Uma avaliação crítica da neomodernidade de Latour*. Representaciones, v. VI, n.1 – Jun.2010, p 75-91.
- MENDONÇA, André Luís de Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. *O complexo médico-industrial no contexto da comoditização da ciência: relativizando o relativismo*. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade, Vol. 2, No 2, p.7-31. (2011).
- MENDONCA, André Luís de Oliveira; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn*. Sci. stud., São Paulo , v. 5, n. 2, p. 169-183, jun. 2007 .
- MENDONCA, André Luis Oliveira; CAMARGO JR, Kenneth Rochel. *Complexo médico-industrial/financeiro: os lados epistemológico e axiológico da balança*. Physis, Rio de Janeiro , v. 22, n. 1, p. 215-238, 2012 .
- MERTON, Robert K. *The Normative Structure of Science*, in Merton, Robert K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
- MIGUEL, Leonardo Rogério. *Pensamento Científico, Integridade de Caráter e Coletividade: uma leitura sobre a ética da crença de William Kingdon Clifford*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011.
- MIGUEL, Leonardo Rogério. R. *William Whewell: as motivações e os objetivos de um filósofo da ciência* in Perspectivas contemporâneas em Filosofia da Ciência. Antonio Augusto Passos Videira (Org.). Rio de Janeiro: Eduerj, 2012
- MIZRAHI, Salomon. *Mulheres na Física: Lise Meitner*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, 2005. p. 491 – 493.
- MORÁN-LÓPEZ, José Luis. *Physics in Latin America Comes of Age*. Physics Today V. 53, N. 10, p. 38 (2000).

NADER, Laura; GUSTERSON, Hugh. *Nuclear Legacies: arrogance, secrecy, ignorance, lies, silence, suffering, action in Half-Lives and Half-Truths: Confronting the Radioactive Legacies of the Cold War*. Barbara Rose Johnston, ed. Santa Fe: School for Advanced Research Press, 2007.

NEVES, Juliano. *Relatividade bem comportada: buracos negros regulares*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 39, n. 3, e3303, 2017.

NIINILUOTO, Ilka. *Critical Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

NOBEL PRIZE. *The Nobel Prize in Physics 1921*. Disponível em:
<http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/>

NODARI, R. O. e GUERRA, M.P.: *Implicações dos transgênicos na sustentabilidade ambiental e agrícola*. História, Ciência, Saúde: Manguinhos. Vol. VII(2), Jul.-Out. 2000, p. 481-491.

NODDACK, Ida. *Das Periodische System der Element und Seine Lücken*. Angew. Chem. 47. 1934, pp. 301-305.

NODDACK, Ida. *Über das Element 93*. Angew. Chem. 47. 1934, pp. 653-655.

NOVELO, M. *Do Big Bang ao universo eterno*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010.

O GLOBO. Entrevista com Nuccio Ordine. Disponível em:
<<<http://oglobo.globo.com/cultura/livros/a-unica-coisa-que-nao-pode-ser-comprada-o-saber-diz-nuccio-ordine-18757833>>>.

OFFUTT, Martin C. *David Abraham Katcher*. Physics Today V.56, N.7, p.72 (2003)

OLIVEIRA, Aercio Barbosa. *Originalidade e inovação na filosofia das ciências contemporânea: ainda faz sentido tratá-las como termos distintos?* 2015. 158f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, Alecsandra M. *Schenberg: Crítica e Criação*. ARTE E CRÍTICA. n° 26 - Ano X - Dezembro de 2012.

OMNÈS, Roland. *Filosofia da Ciência Contemporânea*. Tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Ed. da Unesp, 1996.

OPPENHEIMER, Robert. Interview for Atomic Heritage Foundation. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=pqZqfTOxFhY>>

OPPENHEIMER, Robert. *Thirty years of mesons*. Physics Today V.19, N.11, p.51 (1966)

ORDINE, Nuccio. *A utilidade do Inútil – um manifesto*. Luiz Carlos Bombassaro (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

OTTO, P. *Fundamentos bioquímicos da hereditariedade: natureza do material genético*. Rev. Scc. Bras. Med. Trop. Vol. III — N.º 4. pp. 229-235.

OTTO-APEL, Karl. *Estudos de Moral Moderna*. Benno Dischinger (trad). Petrópolis: Editora Vozes, 1994.

- PAGLIOSA, Fernando Luiz; DA ROS, Marco Aurélio. *O relatório Flexner: para o bem e para o mal*. Rev. bras. educ. med., Rio de Janeiro , v. 32, n. 4, p. 492-499, Dec. 2008
- PAIS, Abraham. *Sutil é o Senhor... A ciência e a vida de Albert Einstein*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- PAULI, Wolfgang. *Escritos sobre Física y Filosofía*. Madri: Editorial Debate S. A., 1996.
- PELLIZZARO, Patrícia Costa et al. *Gestão e manejo de áreas naturais protegidas: contexto internacional*. Ambient. soc., São Paulo , v. 18, n. 1, p. 19-36, Mar. 2015 .
- PEREIRA, João Márcio Mendes. *Banco Mundial: concepção, criação e primeiros anos (1942-60)*. Varia hist. vol.28 no.47 Belo Horizonte Jan./June 2012
- PHILOT, A. C. *A função e natureza das convenções e hipóteses segundo o convencionalismo francês da virada do século XIX para o XX: relações entre ciência e metafísica nas obras de Henri Poincaré, Pierre Duhem e Édouard Le Roy*. 2015. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro 2015.
- PHYSICS TODAY. *Education in the Soviet Union...emphasis on science*. Physics Today. V 11, N1, p. 12 (1958).
- PHYSICS TODAY. *Notes from abroad. Physics in the USSR*. Physics Today. V 3, n 9 , p. 30 (1950)
- PHYSICS TODAY. Physics Today. V.1, N.1, p.2 (1948)
- PIMENTA, Jean Júnio Mendes et al . *O bóson de Higgs*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 35, n. 2, p. 1-14, June 2013
- PIORE, Emanuel R. *Investment in Basic Research*. Physics Today. V. 1, N. 7, (1948).
- PIPPARD, Brian. Nevil *Obituaries: Nevill Francis Mott*. Physics Today V.50, N. 3, p.95 (1997)
- PLANCK, Max. *Autobiografia científica e outros ensaios*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012. p. 37.
- PLANCK, Max. *¿Adonde va la ciencia ?* Felipe Jiménez de Asúa (Trad). 3a ed. Buenos Aires: Editorial Losada, 1947. p. 96.
- PLINER, Roberta. *Robert Davis (Obituaries)*, Physics Today V. 56, N. 12, p. 87 (2003).
- POINCARÉ, Henri. *Ensaio Fundamentais*. Vera Ribeiro (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.
- POINCARÉ, Henri. *O Valor da Ciência*. Helena Franco Martins (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- POINCARÉ. *The Value of Science*. New York: The Science Press. 1907.
- POLKINGHORNE, John. *Teoria quântica*. Tradução Iuri Abreu. Porto Alegre: L&PM, 2012.
- PRADO JÚNIOR, Caio. *Esboço dos Fundamentos da Teoria Econômica*. São Paulo: Brasiliense, 1957.

PUTNAM, Hilary. *O Colapso da Verdade e outros ensaios*. Pablo Rubén Mariconda e Sylvia Gemignari Garcia (Trad.). Aaperecida, Sp: Ideias & Letras, 2008.

RAYNER-CANHAM, M; RAYNER-CANHAM, G, W. *Devotion to Their Science: Pioneer Women of Radioactivity*. Québec: McGill-Queen's Press, 1997.

REIS, V. M. S. *O Retorno ao Ethos Mertoniano na Ciência Pós-Acadêmica de John Ziman*. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade , v. 2, p. 194-210, 2011.

REIS, Verusca Moss S. *Do 'Gênio Maligno' ao Fetiche do Fast Food Acadêmico*. demetra , v. 7, p. 59-64, 2012.

REIS, Verusca Moss S. *Do 'Gênio Maligno' ao Fetiche do Fast Food Acadêmico*. demetra , v. 7, p. 59-64, 2012.

REIS, Verusca Moss S. *O Problema do Ethos Científico no Novo Modo de Produção da Ciência Contemporânea*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Tese de Doutorado), 2010.

REIS, Verusca Moss Simões dos; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. John Ziman e a ciência pós-acadêmica: consensibilidade, consensualidade e confiabilidade. Sci. stud., São Paulo , v. 11, n. 3, p. 583-611, 2013 .

REIS, Verusca Moss, S. *O Problema do Ethos Científico no Novo Modo de Produção da Ciência Contemporânea*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

REIS, Verusca. Moss S. *A Lenda Cognitiva na Filosofia da Ciência Segundo John Michael Ziman*. In: Antonio Augusto Passos Videira. (Org.). *Perspectivas Contemporâneas em Filosofia da Ciência*. 1ed. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2012, v. , p. 100-.

REIS, Victor H; HANRAHAM, Robert J; KIRK, Levedahl. *The Big Science of stockpile stewardship*. Physics Today V. 69, N 8, (2016).

RIBEIRO, Marcelo; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Cosmologia, uma ciência especial? Algumas considerações sobre as relações entre cosmologia moderna, filosofia e teologia In Teologia e Ciências Naturais*. CRUZ, Eduardo R. da (Org.). São Paulo: Paulinas, 2011. p. 162-195.

ROBINSON, Howard A. *The challenge of industrial physics*. Physics Today. V. 1, N. 2, (1948).

ROPS, Daniel. *Para um futuro humano* in *Para Além da Ciência*. Eduardo Pinheiro (Trad.) Porto: Livraria Tavares Martins, 1955.

RUBIO, Kátia. *Jogos olímpicos da era moderna: uma proposta de periodização*. Rev. bras. educ. fís. esporte (Impr.), São Paulo , v. 24, n. 1, p. 55-68, Mar. 2010 .

SALAM, Abdul; HEISENBERG, Werner; DIRAC, Paul M. *A unificação das forças fundamentais: o grande desafio da física contemporânea*. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1993.

SALINAS, S.R.A. *Einstein e a teoria do movimento browniano*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 2, p. 263 - 269, (2005).

SALOMON, J-J. *Science et politique*. Paris: Editions du Seuil, 1970.

SANTOS, Milton In TENDLER, Sílvio. *Encontro com Milton Santos: O mundo global visto do lado de cá*. Rio de Janeiro – Brasil, 2006.

SÃO BENTO, Viviane M. Caminha; SANTOS, Nadja Paraense. *Boticas jesuítas: Prática e conhecimento científico no mundo colonial* IN Livro de Anais do Congresso Scientiarum Historia VI. Rio de Janeiro: CCMN-HCTE, 2013. p. 776-777.

SCHRÖDINGER, E. *Mi concépcion del Mundo*. Barcelona: Tusquets Editores, 1988.

SCHRÖDINGER, Erwin. *A Natureza e os Gregos seguido de Ciência e Humanismo*. Lisboa: Edições 70, 1996.

SCHRÖDINGER. *A Natureza e os Gregos, seguido de Ciência e Humanismo*. Lisboa: Edições 70. 1996.

SCHWARTZMAN, Simon. *Um espaço para a ciência – a formação da comunidade científica no Brasil*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2015.

SEITZ, Frederick. *Obituaries: Henry A. Barton*. Physics Today V.37, N. 1, p. 94 (1984)

SEN, Amartya. *A idéia de justiça*. São Paulo: Companhia das Letras (no prelo). 2010.

SEN, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras. 2001.

SENNETT, Richard. *O artífice*. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009.

SHAKESPEARE, William. *Hamlet, Rei Lear, Macbeth*. Barbara Heliodora (Trad.). São Paulo: Abril, 2010.

SHAPIN, S. *History of Science and its sociological reconstructions*. Hist. Sci. 20: 157-211, 1982.

SHAPIN, S. *A revolução científica*. Lisboa: Difel - Difusão Editorial, 1999.

SHAPIN, S. *Never Pure*. Maryland: Johns Hopkins University Press, 2010.

SHAPIN, S. *Never Pure*. Maryland: Johns Hopkins University Press, 2010.

SHAPIN, S; SCHAFFER, S. *El Leviathan y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Editorial, 2005.

SHAW, George Bernard. Apud EINSTEIN, Albert. *On cosmic Religion and other opinions and aphorisms*. New York: Dover Publications, INC., 2009.

SILVA FILHO, WV. *Costa Ribeiro: ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil* [online]. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013.

SILVA, Vinícius Carvalho. *A interpretação filosófica da mecânica quântica de Werner Heisenberg: Ontologia matemática e crise nos fundamentos da lógica clássica*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, Vinícius Carvalho. *Os microscópios de Galison e os telescópios de Jammer: qual imagem de ciência nos interessa mais?*. In: Scientiarum Historia VIII, 2015, Rio de Janeiro. Filosofia, Ciências e Artes: conexões interdisciplinares - (In)certezas e (In)completudes. Rio de Janeiro: UFRJ-HCTE, 2015. v. 1. p. 44.

SILVA, Vinícius Carvalho. *Teoria quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega*. Griot : Revista de Filosofia v.15, n.1, junho/2017. pp. 2233-250.

SILVA, Vinícius Carvalho; BEGALLI, Márcia.; *Hands on CERN/RIO* In CROLAR Critical Reviews on Latin American Research: "Science, Technology, Society - and the Americans?", Vol. 5, No. 1, April 2016, pp. 84-87, Berlin: Lateinamerika-Institut of the Freie Universität Berlin.

SINGER, Peter. *Ética Prática*. São Paulo: Martins Fontes, 3ª Ed, 2002.

SMOLIN, Lee. *Átomos de Espaço e de Tempo*. In: *Paradoxos do Tempo*, Scientific American Brasil, São Paulo: Duetto, n. 21, edição especial, s/d.

SOARES, Maria Helena. *O aspecto social das ciências e a defesa da educação: Uma leitura contemporânea da epistemologia histórica de Gaston Bachelard*. Em *Construção*. < ano 1 n. 1 • pags. 51 - 68 >. p, 53.

SPINOZA, Baruch. *Ética*. Tradução Lívio Xavier. São Paulo: Atena, 1957.

SPONSLER, George. *The Sputink over Britain*. Physics Today. V 11, N7, p. 16 (1958).

STEINER, João E. *A origem do Universo*. Revista de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Estud. av., São Paulo, v.20, n.58, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142006000300022>>.

STENT, Gunter. *Dissonância interdisciplinar e prematuridade in Prematuridade na descoberta científica: sobre resistência e negligência*. Ernest B. Hook (Org.). Gita K. Guinsburg (Trad.). São Paulo: Perspectiva, 2007.

STEWART, Ian. *Uma história da simetria na matemática*. Clausio Carina (Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

THEIL, Stefan. *Neuros em Guerra*. Scientific American Brasil. Novembro de 2015.

TISZA, LASLO. *Helium, the unruly liquid*. Physics Today V. 1, N. 4, p. 4 (1948).

TROCCHIO, F. *As Mentiras de la Ciencia*, Alianza Editorial, 1995.

VALLE, S. *Transgênicos sem maniqueísmo*. História, Ciência, Saúde: Manguinhos. Vol. VII(2), Jul.-Out. 2000, p. 493-498.

VAZ, Rafael de Oliveira; DAVID, Mariano; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Para medir o mundo e suas coisas*. Revista Ciência Hoje/Edição 334. Disponível em: <<<http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/1009/n/>>>

VIDEIRA, A.; KRAUSE, D. (Eds.) *Brazilian Studies in Philosophy and History of Science*. Springer, 2011.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos (Org.). *Henrique Morize*. Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes, 2012.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *A inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do século 19: O caso da física teórica*. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2013.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Henrique Morize e o ideal de ciência pura na República Velha*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *História do Observatório Nacional: a persistente construção de uma identidade científica*. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2007.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. MENDONÇA, André Luís de Oliveira. *Contextualizing the Contexts of Discovery and Justification: How to do Science Studies in Brazil* In *Brazilian studies in Philosophy and History of Science*. Springer, 2011.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Metafísica, Físicos, Valores: Um ensaio sobre a crise dos fundamentos das ciências naturais na passagem do século XIX para o século XX*. Ensaios Filosóficos, Volume IV - outubro/2011

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *O arquivo Guido Beck: origem, relevância histórica e principais dificuldades*. Revista da SBHC, n. 12, p. 3-18, 1994.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *O naturalismo como atitude: Mach em disputa com a metafísica*. Principia 13 (3), 2009.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Poincaré e as hipóteses indiferentes*. Revista da SBHC, n. 17, p. 3-10, 1997.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Transdisciplinaridade, interdisciplinaridade e disciplinaridade na história da ciência*. Scientiae Studia, v.2, n.2, 2004.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Um vienense nos trópicos: a vida e a obra de Guido Beck entre 1943 e 1988*. Ciência e Sociedade. CBPF - CS01000.2010. Disponível em: <http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/CS01000.2010_08_16_17_45_49.pdf>

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Filosofia da Ciência sob o signo dos Science Studies* FILOSOFIA. in Abstracta 2 : 1 pp. 70 – 83, 2005.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *Historiografia e História da Ciência* in Escritos: Revista da Casa de Rui Barbosa. Ano 1, n.1. 2007.

VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antonio Antonio Augusto Passos. *História e historiografia da física no Brasil*. Fênix – Revista de História e Estudos Culturais Julho/ Agosto/ Setembro de 2007 Vol. 4 Ano IV nº 3

VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. *O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil*. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 33, n. 2, p. 1-11, June 2011 .

VOGT, Erich. *Eugene Paul Wigner: A Towering Figure of Modern Physics*. Physics Today V.48, N.12, p. 40 (1995)

WEBB, Walter S. *Physics, History and Fate*. Physics Today.V.7, N.9, p. 10, (1954).

WEBER, Max. *A ciência como vocação*. Arthur Morão (Trad.). Lusofia [on line], p. 4.

WEINBERG, Alvim. *Impact of Large-Scale Science on the United States*. Science, New Series, Vol. 134, No. 3473 (Jul. 21, 1961), pp. 161-164

WEINBERG, Alvim. *Reflections on Big Science*. Cambridge: The MIT Press, 1967.

WEIZSÄCKER, Carl Friedrich. *La imagem física del mundo*. Madri: Editorial Católica, S. A., 1974.

WEIZSÄCKER, Carl Friedrich. *La importancia de la ciencia*. Juan Carlos García Borrón (Trad.). Barcelona: Editorial Labor, 1972.

WEIZSÄCKER, Carl Friedrich. *Hahns's Nobel was well deserved*. Nature. Vol. 383. 1996. p. 294.

WESTGREN, A. *Nobel Lectures, Chemistry 1942-1962*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1964. Disponível em:

<http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1951/press.html>.

Nobelprize.org.

WIESNER, Jerome B. *Vannevar Bush 1890-1974. Biographical Memoir*. Washington DC: National Academy of Science, 1979.

WOLPE, P. R. 2006. *Reasons Scientists Avoid Thinking about Ethics*. Cell 125 (6): 1023–1025

ZAJONC, A. *Light Reconsidered* in ROYCHOUDHURI, C; KRACKLAUER, A. F; CREATH, K. *The Nature of Light: What is a Photon?*. Boca Raton: CRC Press, 2008.

ZARUR, George de Cerqueira L. *A Arena Científica*. Campinas-SP, 1994.

ZIEGLER, Jean. *Destruição em massa: geopolítica da fome*. São Paulo: Cortez, 2013.

ZIMMERMAN, M. E. *Heidegger's confrontation with modernity: technology, politics and art*. Indiana: Indiana University Press, 1990. p. 208.

ZINGALES, Roberto. *From Masurium to Trinacrium: The Troubled Story of Element 43*. J. Chem. Educ., 2005, 82 (2), p 221.