

A COOPERAÇÃO CIENTÍFICA NAS CONTROVÉRSIAS SOBRE OS FUNDAMENTOS DA REVOLUÇÃO QUÂNTICA

SCIENTIFIC COOPERATION IN CONTROVERSIES ABOUT THE FUNDAMENTALS OF THE QUANTUM REVOLUTION

Alex Vieira dos Santos*
alexvieiradossantos@uol.com.br

Amilcar Baiardi**
amilcar.baiardi@gmail.com

Carlo Loria***
santosloria@yahoo.com

RESUMO: O artigo analisa a cooperação entre ciências na produção do conhecimento e o papel das ciências humanas nos debates dos fundamentos da revolução quântica. Discussões baseadas na história e filosofia da ciência nos cursos de 1970/1972 da Escola de Verão Enrico Fermi, Varenna, Itália, sinalizaram possibilidades de prosseguimento da construção da teoria quântica, combinando experimentos e contribuições teóricas, uma via tipicamente heterodoxa. Antes defendia-se que o encaminhamento das controvérsias dar-se-ia por meio de procedimentos metodológicos limitados a experimentos sucessivos, uma via epistemológica tipicamente positivista e ortodoxa. O trabalho menciona o protagonismo de pesquisadores italianos na organização dos cursos referidos. O método é o de construção de narrativa baseada na historiografia da física e na utilização de fontes originais, obtidas em epistolário dos pesquisadores referidos. O artigo conclui pela relevância da cooperação inter-científica no lidar com o paradigma da complexidade.

PALAVRAS-CHAVE: Cooperação inter-científica; Física quântica; Sociedade Italiana de Física; Dissidentes quânticos.

ABSTRACT: The article analyzes the cooperation among sciences in the production of knowledge and the role of the human sciences in the debates on the foundations of the quantum revolution. Discussions based on the history and philosophy of science in the 1970/1972 courses at the Enrico Fermi Summer School, Varenna, Italy, signaled possibilities for continuing the construction of quantum theory, combining experiments and theoretical contributions, a typically heterodox path. Before, it was argued that the routing of controversies would take place through methodological procedures limited to successive experiments, a typically positivist and orthodox epistemological path. The work mentions the role of Italian researchers in the organization. The method is the construction of a narrative based on the historiography of physics and the use of original sources, obtained from the epistolary of the aforementioned researchers. The article concludes on the relevance of inter-scientific cooperation in dealing with the complexity paradigm.

KEYWORDS: Inter-scientific cooperation; Quantum physics; Italian Society of Physics; Quantum dissidents.

* Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia.

** Docente na Universidade Católica do Salvador e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História da Ciência da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana. Possui doutorado em Ciências Humanas pela Universidade Estadual de Campinas.

*** Doutor em Ensino, Filosofia e História da Ciência pela Universidade Federal da Bahia.

Introdução

Ao longo da história da ciência há incontáveis relatos de casos nos quais o progresso em determinados campos facilitou o avanço em outros. Na área das ciências básicas, são emblemáticos os exemplos da matemática modelando representações na física e na química, destas se ajudando mutuamente e propiciando entender a estrutura e o comportamento das células de seres vivos, entre outros. Há também casos de contribuição das ciências básicas para com as ciências humanas, da matemática e da física para os avanços no campo da demografia e da antropologia, e da biologia para a sociologia, nos estudos sobre organização social e cooperação, excluindo a espúria apropriação da teoria evolucionista para sustentar o denominado “darwinismo social”, em descabido processo de transposição mecânica de conceitos e teorias.

São também narrados momentos nos quais cientistas, filósofos da natureza como eram definidos até 1883¹ os homens de ciência, tiveram sucesso na construção de suas teorias recorrendo a pensadores de outras áreas, como fez Alfred Marshall, um economista que trabalhou com as ideias sobre mudança, progresso técnico, equilíbrio e firma representativa, se apropriando de conhecimentos de Spencer, um evolucionista (LUZ e FRACALANZA, 2012). Marshall seguiu um código de ciência caracterizadamente spenceriano, em sua abordagem, “evolucionária”, compatível com o pensamento neoclássico na economia. Em suas interações com as ciências humanas, Spencer, por sua vez, não se limitou a influenciar Marshall, pois foi influenciado por John Stuart Mill². Em realidade, Spencer, que exerceu profunda influência no desenvolvimento da moderna sociologia, não mereceu o devido reconhecimento por parte dos sociólogos contemporâneos, que o ignoraram, sem ter lido suas obras. O projeto de Spencer era mais amplo. Ele o denominava de Filosofia Sintética e para dar-lhe substância escreveu “Princípios de Biologia” e depois, “Princípios de Sociologia” (TURNER, 2014).

A história da ciência exhibe outros casos de interação entre as ciências humanas e as ciências da natureza, como fizeram Locke e Hume, refletindo sobre as contribuições de Bacon para o empirismo e como fez Kant, em seu esforço para construir um sistema unificador de

¹ Foi em Cambridge, em 1883, durante uma reunião da British Association for the Advancement of Science que William Whewell propôs essa denominação (BAIARDI, 1996).

² Spencer foi um dos autores de uma obra sobre John Stuart Mill (*John Stuart Mill: his life and works. Twelve sketches*. New York: Boston, J.R. Osgood, 1873.)

vertentes epistemológicas, recebendo influências várias, com destaque para Bacon, Hobbes, Locke, de um lado, e Descartes, Spinoza e Leibniz, do outro. A interdependência científica tem suas raízes no período grego clássico, com as obras de Platão e Aristóteles, ou mesmo pré-clássico, com Tales de Mileto, incursionando na cosmologia para refutar mitos, e Pitágoras, combinando a matemática com as artes. A Escola de Alexandria, em sua primeira fase, ao se constituir no locus de intercâmbios da filosofia especulativa com a Física, com a Matemática, com a Biologia etc., é um exemplo conspícuo desta interdependência científica, estando profundamente influenciada por Epicuro, pioneiro na definição da essência da matéria e na concepção do método canônico, o qual viria a influenciar toda a evolução da busca do conhecimento pelos sentidos, pela percepção (KUNZMANN et al., 1993; BAIARDI, 1996; 2008b).

O presente texto tem como objetivo propor um papel de destaque das ciências humanas – filosofia, história da ciência e ciência política – na orientação das controvérsias no âmbito da física quântica de modo a permitir avanços sucessivos nas revoluções quânticas, até se chegar ao momento atual, definido como, paradoxalmente, de grande contribuição da física quântica para o progresso técnico, sem o fim das controvérsias (FREIRE *et al.*, 2011 p. 12). Pretende-se assim construir uma narrativa sobre como se deu a definição dos temas e dos palestrantes das duas versões da Escola Internacional de Verão Enrico Fermi, 1970 e 1972, que foram um marco na retomada do interesse pela discussão dos fundamentos da física quântica e que jogaram um papel essencial para encaminhamentos das controvérsias. De outro modo, descreve o modo como isso se deu a partir de debates e da busca de convergências no âmbito da política de ciência, que tiveram lugar no interior da Sociedade Italiana de Física (SIF), destacando a contribuição de Olival Freire Junior, físico e historiador da ciência, ao iluminar a trajetória da física quântica com seus recentes livros (LORIA, 2018).

O artigo se insere nos campos da interdisciplinaridade científica e da história da ciência, com diálogos entre os subcampos da história de comunidades científicas e da história da física quântica, em uma abordagem internalista. O objeto de estudo são os protagonismos, as divergências e as tratativas no âmbito da comunidade científica integrante da SIF durante a década de 1970 e sua contribuição para realização de debates epistemológicos sobre a mecânica quântica, debates estes que conduziram para os avanços subsequentes desse ramo da física. O acesso a detalhes de protagonismo e papéis se deu mediante um epistolário

inédito entre Angelo Baracca e Elisabetta Donini, o qual informa condutas assumidas por membros dessa comunidade de pesquisadores, que organizaram as versões de 1970 e 1972 da Escola Internacional de Verão Enrico Fermi, lócus dos referidos debates epistemológicos. O epistolário se constituiu no *material* que permitiu delimitar e acessar o objeto. Ele foi obtido mediante entrevistas realizadas com sócios da SIF, na sua totalidade pesquisadores aposentados que testemunharam ou integraram os grupos de associados encarregados das definições dos temas e dos palestrantes nas versões de 1970 e 1972 da Escola Internacional de Verão Enrico Fermi.

O conceito de comunidade científica que se aplica à SIF e aos pesquisadores que se interessam por física quântica, se inspira na visão de Kuhn (1962). De utilidade para a fundamentação teórica deste texto foram as contribuições sobre a classificação e importância das controvérsias acadêmicas trazidas por Baltas (2000). Com elas se tem um novo entendimento das controvérsias científicas, que não cessam, não se encerram com a exibição de dados empíricos que favorecem uma parte ou lado (FREIRE et al, 2011 p. 12). O entendimento mais recente, de acordo com os construtivistas sociais, é que o resultado de debates científicos tem sido fortemente influenciado por fatores não evidenciais, o que leva a se pensar com atenção para o que destaca Springer (1998, p. 1) quando afirma: ... “controvérsias não são relevantes por si mesmas, mas apenas na medida em que se aprende algo com elas”.

A abordagem da pesquisa é, simultaneamente, interdisciplinar, internalista, ou conceitual, e externalista, ou não conceitual, segundo Martins (2005). O método utilizado é o da construção de narrativas contemplando o entorno e vendo os fatos históricos como condicionados pela infraestrutura e pela superestrutura econômica e social, consoante o sugerido pela corrente de historiadores que emerge dos *Annales d' Histoire Économique et Sociale (1929/1989)* (BAIARDI, 2020).

A Essência das ciências humanas e sua relação com as ciências básicas

Ao se tratar da cooperação entre as ciências humanas e as ciências básicas, convém retomar a gênese dessa sistemática³. Isto porque fora do âmbito das ciências básicas –

³ Durante os Oitocentos, nos encontros dos filósofos da natureza, intensificados após o Renascimento e o Iluminismo, os bibliotecários propuseram que se avançasse na classificação dos trabalhos apresentados, cujas

erroneamente definidas como exatas ou de modo incompleto como da natureza, onde não se enquadraria a matemática – estariam todas as demais ciências, desde aquelas de índole aplicada, como ciências da saúde, ciências agrárias etc., até aquelas definidas como ciências humanas. Estas, por seu lado, também constituiriam um conjunto muito heterogêneo, o qual tem como denominador comum não estar no rol das ciências básicas, terem o ser humano e suas ações como objeto e compartilhar com as básicas os fundamentos das ciências aplicadas.

Adotando este critério de classificação que define as ciências humanas como um conjunto particular com identidade e não abrangido pelas básicas, cabe uma pergunta seminal: ao se falar em cooperação ou interação Inter científica, têm ambos os conjuntos, inequivocamente, estatuto de ciências? Esta pergunta se justifica porque não é pacífico este entendimento e porque nos últimos dois séculos, inúmeras foram as iniciativas de afirmar as diferenças, em muitos casos negando às ciências humanas o estatuto pleno de ciências, embora reconhecendo que se constituíam uma área de saber. A resistência no reconhecimento das ciências humanas como ciências, tem um amplo espectro de razões e justificativas, desde afirmar o não atendimento de requisitos até admitir que a conquista de completitude como ciência dependeria de mudanças, evolução e alcance de maturidade.

De acordo com Rodrigo (2007), o processo de distanciamento da filosofia e aproximação das ciências naturais, movimento pelo qual passaram as ciências humanas no século XIX, se deu porque, como uma herança ilegítima do Iluminismo, os procedimentos metodológicos das ciências da natureza foram tomados como padrão universalmente aceito de cientificidade. Nesta trajetória, coube ao Positivismo formular o primeiro esboço de uma teoria geral das ciências humanas com fundamento no modelo das ciências básicas, o que se mostrou, com o tempo, não perfeitamente adaptado ou receptivo. As ciências humanas, por sua vez, ao recusar os condicionantes restritivos do modelo positivista, afirmavam a possibilidade de um saber científico sobre o homem e sobre a sociedade, com base em parâmetros distintos.

Na análise das diferentes opiniões sobre a índole das ciências humanas e sobre o seu estatuto científico, convém recuar à Antiguidade Clássica. Platão e Aristóteles, em seus

cópias iriam se constituir acervos das bibliotecas, indo-se além das classificações aristotélica, baconiana e diderotiana. Esta iniciativa consagrou a classificação decimal de Dewey (BAIARDI, 1996 p. 188).

escritos sobre a política, entendiam serem os mesmos de conteúdos menos explicativos que suas reflexões sobre matemática e física? Obviamente que não, mas independente da importância que deram à “República” e à “Política”, marcos da história das doutrinas políticas, a defesa de uma identidade da Ciência Política, certamente a primeira ciência humana a nascer⁴, vem da obra “*De scientia politica dialogus*” (*Peri politikés epistémes*), escrita pelo Patrício Menodoro, em Constantinopla, no início do reino de Justiniano, no ano de 527 da Era Cristã. Nela o autor defende que a ciência política seja reconhecida no mesmo nível da filosofia, da filosofia política e da medicina (ORNAGHI, 1993; DUNN, 1993).

Papel especial na discussão sobre a índole e estatuto das ciências humanas e hierarquia das ciências, cabe a Auguste Comte, considerado o fundador titular da sociologia. Para Comte, a sociologia deveria ser uma ciência explicativa, como qualquer ciência natural. Inicialmente ele teve uma dúvida ao denominar a área de conhecimento que trataria da sociedade humana. Preferiu denominá-la de física social porque, na sua época, a palavra e a noção de “física” não haviam ainda sido apropriadas pela disciplina com esse nome na atualidade. Contudo, terminou por denominá-la por um híbrido do latim e do grego que foi a sociologia (TURNER, 2014). Comte acreditava que a sociologia poderia seguir o caminho de uma ciência natural, podendo oferecer explicações como aquelas das ciências “duras”. A sua crença fez com que em seu esquema sobre “A Hierarquia Teórica das Concepções Humanas”, a sociologia se posicionasse ao lado da matemática, da física, da biologia e da moral, na chave de ciência final (COMTE, 1996, p. 207).

A trajetória de Comte para fazer da sociologia uma ciência dura passa por admitir sua complexidade, sua especificidade e leva em conta as observações da época, qual sejam, a de que os humanos têm a capacidade de mudar a própria natureza de seu universo, não podendo haver leis universais sobre a dinâmica social, como as da física ou mesmo da biologia. Para Comte (2000, p. 24-34) mesmo com esta limitação a sociologia era diferente da metafísica, da teologia, da astrologia e da alquimia, rejeitando ficções e abstrações e tudo que não pudesse, mesmo com maiores dificuldades, basear-se em causas e leis e “...ser resultado do que afirmam e repetem as melhores mentes, desde Bacon: não existe real conhecimento que não

⁴ A filosofia, dado seu escopo na etapa do seu nascimento, não pode, de forma reducionista, ser considerada uma ciência humana.

esteja baseado em fatos”. Para Comte (2000), a filosofia positiva seria o caminho para a sociologia adquirir estatuto de ciência.

Filósofos e cientistas de outros campos do saber, também emitiram juízos sobre a índole e sobre o estatuto científico das ciências humanas. Kuhn (1962), um físico de formação, que se notabilizou como filósofo e historiador da ciência, por exemplo, não negava a elas a condição de ciência, mas as considerava diferentes porque não seguiam o caminho de se transformarem em “ciência normal”, caminho este no qual as novas visões substituem as antigas, influenciando o movimento para a frente dessa ciência. Para Kuhn (1962) esta trajetória não está clara nas ciências humanas pois há áreas dessas ciências nas quais se vê uma coexistência de paradigmas e não uma substituição, evidenciando dificuldades para definir a ciência “normal” ou “oficial”.

Ranasinghe (2010), como comentador de Kuhn (1962), esclarece que este foi mal interpretado por cientistas sociais que não compreenderam claramente o significado dos argumentos kuhnianos que, em nenhum momento, desqualificam as ciências sociais. Em realidade, segundo Ranasinghe (2010), Kuhn nunca estendeu para as ciências humanas sua interpretação histórica para explicar o avanço da ciência como processo de rupturas em relação ao estágio anterior de conhecimento. Entendia Kuhn (1962) que o progresso na capacidade de explicação nessas ciências ocorresse por meio de um processo evolutivo que reunisse contribuições de muitas gerações de pesquisadores, por meio de interdisciplinaridade ou hibridização, fazendo com que, paulatinamente, fossem obtendo estatuto de ciência.

Outro cientista cuja gênese como pesquisador se dá nas ciências básicas, se dedicando ulteriormente à filosofia da ciência, e que emite juízos sobre a índole e sobre o estatuto científico das ciências humanas, é Karl Popper (1975;1978). Popper, pai do racionalismo crítico, reafirmou em uma conferência sua humildade diante do saber e questionou com ênfase todo o processo de busca de conhecimento. Popper (1978) diz que a semelhança de todas as outras ciências, as ciências sociais são bem ou malsucedidas. Ele via como natural nessa área do saber, uma estreita relação com a honestidade, a intensidade e a simplicidade com que os problemas humanos e sociais eram tratados. Chamava atenção para o fato de que tais problemas não eram, de modo algum, sempre de ordem teórica e assim os

via como de ordem prática, como o problema da miséria, o do analfabetismo, o da repressão política e o da instabilidade legal.

Para Popper (1978) todos eles constituíam pontos de partida importantes para a investigação no amplo espectro das ciências humanas. Inobstante serem problemas práticos, não deixavam de conduzir às reflexões, às teorizações e, por consequência, às abstrações de natureza teórica. Em todos os casos, sem exceção, trate-se de ciências básicas ou humanas, é a natureza, a qualidade do problema, a ousadia e a especificidade do problema e da solução proposta, que determinam o mérito ou não do trabalho científico o que, para Popper (1978), tinha mais significado que questionar se as ciências humanas tinham ou não estatuto de ciência. Popper (1975;1978) com toda a legitimidade de filósofo da ciência que enfrentou com determinação os exageros do empirismo e se colocou como um racionalista distante das subjetividades, um racionalista crítico, sugeriu que as ciências humanas eram diferentes, mas não menos ciências.

Nesta direção, vendo as ciências humanas como diferentes, mas não menos ciências, com especificidades muito próprias, estão dois cientistas sociais que são Lucien Goldmann e Giovanni Sartori. Goldmann (1978) inicia sua reflexão sobre o estatuto científico das ciências humanas com a crítica ao positivismo, corrente filosófica que, segundo sua opinião, se teve algum sucesso nas ciências físico-químicas, não obteve qualquer resultado desejável no caso das ciências humanas. Para Goldmann (1978, p. 11) as tentativas de pensar as ciências humanas através do modelo das ciências ditas exatas, fracassaram por deixar escapar as transformações qualitativas das estruturas sociais e a dimensão histórica dos fatos humanos. Nesta linha, o autor questiona se este desfecho não sugeriria: “...*criar uma situação que implica um status de ciências sociais diferente daquele... que aproxima do (status) das ciências físico-químicas e naturais*”. Para Goldmann (1978, p. 15), a causa do fracasso de pensar as ciências humanas através dessa forma, está no fato de se haver interpretado a filosofia de modo incompleto. A filosofia é, em essência, uma filosofia da consciência e do espírito que traz verdades fundamentais concernentes às relações do homem com outros homens e dos homens com o universo. Consciência e espírito não se reduzem ao universo físico, como pretendiam os filósofos da natureza, os cientistas do período renascentista até o século XIX. Goldmann (1978) foi pioneiro na proposição de um estatuto de ciência diferente para as ciências humanas.

Sartori (1997), quase trinta anos após, seguiu no mesmo caminho, o de buscar especificidades para as ciências humanas, sugerindo que a filosofia e os avanços científicos autorizavam se pensar estas ciências como autônomas e capazes de terem um status teórico porque elas lidam com significados que podem levar à verificação dos fatos. Sartori (1997, p. 62-65), após elencar uma série de desvantagens das ciências humanas no que tange à linguagem, à sistemática, à conceituação, entre outras, afirma que nada impede as ciências humanas de formular enunciados com validade científica, conhecimentos verificáveis. O atributo de verificabilidade ou de falsificabilidade, segundo Popper (1975), é alcançado pelas ciências humanas tanto por meio da pesquisa empírica como também por meio das “lições da história”, as que combinam a capacidade descritiva de análise, “*ex post facto*”, com foco no passado, com a capacidade preditiva, “*ex ante facto*”, com foco no futuro, lançando mão, nos dois casos de ferramentas metodológicas como a estatística e a análise comparativa.

Um dos argumentos centrais de Sartori (1997, p. 47-48) no explicitar as diferenças que levam às especificidades, é que nas ciências básicas ou naturais o referente que conduz ao significado é formado por objetos inanimados e no caso das ciências humanas de seres animados simbólicos⁵. Isto leva a que a explicação causal não seja tão construtiva de formulações monoteicas nas ciências humanas, como é nas ciências básicas ou naturais. Coube a Sartori (1997, p. 46-48) o pioneirismo em mediar esta distinção enriquecendo-a com o argumento de que as ciências humanas têm como objeto o homem, animal mais simbólico que existe e que este animal não reage exclusivamente a eventos, a coisas que aconteceram efetivamente, mas sim às expectativas. Isto significa que no caso do homem, sua consciência, suas previsões, suas analogias, determinados sinais e outras condicionantes, têm um efeito maior que a percepção imediata. Da mesma forma, acontece quando se avalia o papel das profecias verdadeiras e as acreditadas, aquelas que geram expectativas do tipo previsão de derrota que provoca a derrota, ou uma expectativa de instabilidade que leva a uma mudança de atitude.

Na sequência, Sartori (1997) vê que neste grupo de saberes científicos a indissociabilidade entre a teoria e a prática é bem maior que nas demais ciências. Ao não reconhecer nas ciências humanas uma teoria “pura”, e considerando tentativas anteriores de

⁵ As pesquisas com inúmeras ordens do reino animal vêm mostrando que a diferença entre os humanos e demais espécies estaria no grau de capacidade de abstrair, o que significa dizer que se encontra entre os não humanos comportamentos também simbólicos.

Kant (1995) e de Pareto (1981) de apresentar graus de contaminação entre a teoria e a prática, Sartori sugere que é nas ciências humanas que se constata uma ciclicidade de dois movimentos, teoria influenciando a prática e a prática influenciando a teoria, e é nelas onde a conversão do pensamento em ação é mais óbvia.

Para finalizar esta abordagem entre similaridades e diferenças, no que concerne à essência e à cientificidade das ciências básicas e humanas, suas condutas em relação aos métodos e seus estatutos, nada melhor que, segundo Waizbort (2005), se confronte as visões, aparentemente divergentes, mas no fundo convergentes, como as de Hans Georg Gadamer (1997) e de Karl Raymond Popper (1975). Estas visões, com argumentos da filosofia hermenêutica e da filosofia da ciência, respectivamente, sugerem que o que diferencia é o que aproxima. As verdades se tornam relativas e os métodos conduzem, igualmente, às representações dependentes das subjetividades, tanto no campo das ciências básicas como no campo das ciências humanas. Para Gadamer (1997) os seres da cultura, processos históricos e fenômenos sociais, não poderiam ser investigados com os mesmos métodos das ciências da natureza. Para Popper (1975), as ciências da natureza seriam também interpretativas, isto porque ciência em si é um ente da cultura e nossas noções acerca da natureza estão sempre mediadas pela linguagem e pela teoria.

A importância de Popper ao assegurar um lugar especial para as ciências humanas, continua após sua morte em 1994 naquilo que ficou conhecido como “O Debate Epistemológico Pós-Popperiano”, o qual, em essência, é a constante defesa da independência do método frente ao permanente ataque do empirismo lógico, ou neopositivismo, à metafísica, ou todo conhecimento que esteja além, ou aquém, da experiência, segundo Brianese (1993a). A obra de Popper e a clareza de sua defesa da especificidade da epistemologia contemporânea, foram e são essenciais no sentido de alertar que os princípios de Bacon, Galileu e Descartes não moldaram um método científico para a eternidade. (BRIANESE, 1993a, p. 15-16; 1993b). De acordo com Brianese, (1993a *passim*), o campo para essa defesa continuou sendo a Filosofia da Ciência, no qual seguidores, o próprio Popper e pensadores com Lakatos, Feyerabend e Medawar, insistiam no exame da estrutura, do método e da linguagem científica.

Como a cooperação inter-científica vem sendo analisada contemporaneamente

O maior interesse sobre cooperação inter-científica tendo como foco a aproximação entre o bloco das ciências básicas, de um lado, e das ciências humanas, pelo outro, paradoxalmente, tem início com referência a um fato superestimado, ocorrido nos pós Segunda Guerra Mundial. Trata-se da publicação do livro de C. P Snow, *Two Cultures and the Scientific Revolution*⁶, em 1959, o qual faz a contraposição entre a cultura científica e a cultura humanística, propondo a existência de dificuldades de relacionamentos entre elas, as quais, em muitos casos, tomava a forma de rejeição. A proposta, ou tese de Snow (1959), foi muito mal interpretada e muito mal-recebida porque, de forma sutil, ele se posiciona ao lado da cultura científica, dando a entender que ela era uma cultura viva e dinâmica. O que Snow pretendia, cunhando a expressão “duas culturas”, era, efetivamente, apontar diversidades entre a comunidade científica e a comunidade intelectual não científica, mas não, propriamente, subestimar um tipo de produção intelectual.

A repercussão da obra de Snow (2015) alcançou o Brasil e dois autores dedicados ao tema da cooperação inter-científica, Schwartzman (2007) e Schultz (2021), fizeram considerações, aludindo a um possível alerta de Snow para algo que não deveria ser aceito. Schwartzman (2007) destaca que Snow lamentava a separação crescente entre a cultura científica e a cultura humanística, ou literária, sobretudo porque expoentes das duas áreas jactavam-se de serem ignorantes nas áreas que não eram as suas. Em seguida, sugere que ele criticava uma educação demasiadamente especializada e defendia uma educação ampla, que fizesse, supostamente como em Cambridge no início do século XX, que as pessoas interessadas em literatura e artes estudassem matemática e os de vocação científica, artes e literatura.

Schultz (2021), de sua parte, entende que Snow ao afirmar a tese de que a vida intelectual no Ocidente é dividida em duas culturas, as ciências e as humanidades, gerou a percepção de uma desconfortável e possível realidade, a qual se converteu em uma verdade e em um mantra. Para Schultz (2021), a vida intelectual nas universidades parece seguir nesse rumo vivendo-se um ambiente em que preconceitos mútuos se manifestam frequentemente e são mais ou menos tolerados.

⁶ Maiores detalhes são dados em SNOW, Charles Percy (2015).

Inobstante o pessimismo desse último autor brasileiro, há inúmeras evidências de cooperação entre o campo das ciências básicas e o campo das ciências humanas, o que é emblematicamente demonstrado no caso da história da ciência como disciplina acadêmica independente. As contribuições mais recentes ressaltam que a história da ciência tanto pode ser escrita por historiadores como por pesquisadores das áreas das ciências naturais, notadamente físicos (BRUSH, 1995).

A confirmar essa cooperação como condição do avanço científico em campos e subcampos do conhecimento científico, estão várias pesquisas, valendo destacar as seguintes: i) a coevolução cultura-gene, que relaciona os processos evolutivos culturais com a evolução genética, moldando a psicologia social; ii) a cooperação da física e da química na datação de fósseis auxiliando a história e as artes; iii) resultados de exames de DNA ajudando a resolver problemas de conflitos sociais e amparando a ciência jurídica, entre outras, como informa Chudek, et al (2013). Na realidade, são inúmeros os casos nos quais situações complexas, que dependem, simultaneamente, do comportamento humano e de processos naturais, exigirem a cooperação entre as ciências básicas e as ciências humanas.

De acordo com Fischer, Tobi e Ronteltap (2011), com frequência surgem problemas complexos, acompanhados de questões integrativas, cujo equacionamento exige uma análise profunda e abrangente nas dimensões técnicas e sociais. Segundo estes autores, a colaboração entre as ciências naturais e sociais foi obtida com sucesso no caso do design da cabine de um avião, cujo projeto deveria ser funcional, mas, ao mesmo tempo, favorecer o funcionamento da mente do piloto durante as situações de alto estresse. Na área das engenharias, é também muito comum que, tanto projetos como intervenções, requeiram a cooperação das ciências básicas com as ciências humanas.

Fischer, Tobi e Ronteltap (2011) relatam que pesquisaram oitenta e um artigos publicados em periódicos científicos que tratam da cooperação inter-científica, envolvendo as ciências básicas e as ciências humanas e que a especialização tem sido um obstáculo para uma maior aproximação. Referem-se também ao fato de que esta cooperação está se intensificando nos estudos sobre o paradigma da complexidade, notícia amplamente divulgada quando da publicação em 2007 do livro *The origin of wealth*, de autoria de Eric

Beinhocker⁷. Na ocasião se tomou conhecimento de que a gênese da obra dependeu de um esforço conjunto que incluía físicos, matemáticos e outros cientistas das chamadas "áreas duras" e biólogos, unidos todos pelo propósito de estudar sistemas complexos, explicar o que é a vida e propor mudanças no *approach* epistemológico, o qual deixaria de ser *top down* para ser *botton-up* e com um viés holístico. Tudo isto acontecendo em Los Alamos, no Santa Fé Institute, nas proximidades de onde nasceu a *Big Science*, que deu origem ao Projeto Manhattan (BAIARDI, 2008).

Esta cooperação para explicar sistemas complexos se repete com a publicação do livro de Geoffrey West (2017), "*Scale -The Universal Laws of Life, Growth, and Death in Organisms, Cities, and Companies*," o qual significou avanços na cooperação interdisciplinar.

Filosofia e História da Ciência nos debates e desdobramentos sobre os fundamentos da Física Quântica

O período no qual se aprofundaram as dissidências no âmbito da mecânica quântica foi influenciado por mudanças sociais, políticas e culturais ocorridas nos pós Segunda Guerra Mundial. A mecânica quântica, a partir das contribuições, não propriamente equivalentes, de Planck, Einstein, Rutherford, Bohr, Schrödinger, Dirac, Pauli e Heisenberg, adquire, em meados do século XX, um reconhecimento de "quase paradigma" de ciência normal, na terminologia kuhniana. Esse reconhecimento se expressava na crença de que os problemas fundacionais dessa área da física haviam sido resolvidos pela "Interpretação de Copenhague"⁸. Contudo, esse entendimento sofre, a partir de 1950, abalos consideráveis. No âmbito internalista, da própria física, mas influenciado pela história e filosofia da ciência, emerge um movimento que não se conduzia por regras rígidas, que não tinha hierarquia e liderança científica explícitas e que ficou conhecido como "Dissidentes Quânticos". Os principais protagonistas da crítica ao "quase paradigma" de ciência normal, refutadores da interpretação de Copenhague, foram Bohm, Everet, Abner, Shimony, Clauser, Aspect, Zeh, Franco Selleri, Leggett, Bell, Pearle, Jarret, Mermin, Weiskopf, dentre outros. A denominação de "Dissidentes Quânticos" é metáfora relacionada com o que acontecia no mundo da política no século XX (FREIRE, 2013) (FREIRE et al, 2011).

⁷ Obra resenhada pelo Caderno CRH v. 21, n. 52-jan/abr. 2008

⁸ *The Copenhagen interpretation of quantum mechanics* é o nome dado a um conjunto de princípios formulados por Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born e vários outros físicos que pesquisaram no Instituto de Física Teórica da Universidade de Copenhague, visando responder questões levantadas pela mecânica quântica.

O clímax ou ápice da apresentação de argumentos que questionavam a então ortodoxia e propunham um caminho heterodoxo na interpretação da mecânica quântica, foi alcançado durante os cursos de 1970 e 1972 da Escola Internacional de Verão Enrico Fermi, evento oferecido regularmente pela Sociedade Italiana de Física (SIF) em Varenna, Itália.

Um protagonismo inequívoco na realização desses dois cursos, coube de uma maneira geral aos físicos italianos e de modo particular a Giuliano Toraldo di Francia, na ocasião Presidente da SIF. Toraldo se destacava pela atuação em campos da física aplicados e desde sempre havia demonstrado uma atenção especial aos aspectos filosóficos e epistemológicos da ciência. Toraldo, teve como colaboradores Bernard D'Espagnan e Eugene Wigner, renomados físicos com envolvimento na temática da física quântica. Toraldo teve inegável habilidade em organizar os cursos de Varenna de 1970 e de 1972, os quais, ademais de criarem uma atmosfera propícia para a crítica a então ortodoxia e a práxis científica relacionada com a mecânica quântica, conseguiram reconciliar, em um projeto comum, as facções em conflito no interior da SIF. Inequivocamente a proposição e o oferecimento desses cursos pela SIF proporcionou um clima de pacificação para essa sociedade científica (LORIA, 2018).

Esses cursos trouxeram à tona as controvérsias no âmbito da Teoria Quântica, dando destaque, de um lado, às visões que acolhiam a conduta do positivismo lógico, qual seja, que as dúvidas ou imprecisões teriam como único canal de esclarecimento maior número de experimentos e, de outro, as visões que eram críticas ao positivismo e que relativizavam as sucessivas experimentações, supostamente garantidoras de mensurações adequadas, e que defendiam serem as incertezas demandantes de novas abordagens, mais heterodoxas, com base na filosofia da ciência.

A qualidade dos palestrantes, a representatividade e a diversidade dos enfoques sobre os fundamentos da mecânica quântica e sobre a história da física no século XX, tornaram a Escola Internacional de Física Enrico Fermi, nas suas duas versões de 1970 e 1972, uma referência entre os físicos de todo o mundo, graças à publicação dos anais, *Proceedings of the International School of Physics Enrico Fermi*. (FREIRE, 2013). A Escola de verão de 1970 se voltou para o tema “Fundamentos de mecânica quântica”, atraindo a atenção internacional pelos enfoques qualificados e diversificados. Ela reuniu em sua grade, palestrantes e temas relacionados à epistemologia, à história e à filosofia da ciência. A realizada em 1972, trazia

temas desde a origem da física quântica até os fatos mais recentes como avanços teóricos e experimentais na física e como eles se relacionavam com a física quântica. A presença das ciências humanas no conteúdo das duas escolas variou. Grosso modo, é possível afirmar que na primeira versão, a de 1970, a proporção foi de 4/22, ou seja 18% das matérias ou disciplinas tinham relações com as ciências sociais, enquanto na segunda versão, a de 1972, a proporção foi de 7/14, ou seja 50%. (LORIA, 2018).

A versão de 1970 da Escola de verão de Varenna, como informado, foi dirigida pelo físico francês Bernard D'Epagnat, que havia pesquisado partículas e publicado na área de fundamentos da física. A escolha dele aglutinou físicos com posições diversas sobre a interpretação da Teoria Quântica. Na carta convite para participação da Escola de Verão estavam estabelecidos os padrões de conduta que os cientistas deveriam adotar para poder tratar o tema. Destarte, o curso foi pacífico, embora circundado de subjetividades e de visões de mundo, com enfoques relacionados com a crítica à ortodoxia positivista, tais como, dentre outras, as palestras de J. M. Jauch (*Foundations of quantum mechanics*), de H. Stein and A. Shimony (*Limitation on measurements*), de J. Kalckar (*Measurability problems in the quantum theory of fields*) e de G. Ludwig (*The measuring process and an axiomatic foundation of quantum mechanics*).

A versão de 1972 foi dirigida pelo historiador Charles Weiner, professor emérito de história da ciência e da tecnologia no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Weiner, no período, era diretor do Center for the History of Physics no American Institute of Physics. Embora tivesse a mesma intenção de relacionar as disciplinas com a crítica à ortodoxia quântica, explorava as ligações entre ciência e política e a pesquisa histórica, como sugerem as palestras de M. J. Klein (*The beginnings of the quantum theory*), a que abre o curso, de J. L. Heilbron (*Lectures on the history of atomic physics 1900–1922*), de Y. Elkana (*The historical roots of modern physics*) e de Casimir H. B. G. (*The relations between science and technology*), por exemplo.

Durante as duas versões da Escola de Verão, a atmosfera foi sempre a de preservar o rigor científico. O protagonismo dos jovens físicos italianos na realização dos cursos, atualmente octogenários, fica evidente em diálogo recente, 2017, entre Angelo Baracca e Elisabetta Donini, constante de correspondência entre eles, epistolário eletrônico inédito, que revela a participação de ambos nas primeiras iniciativas em discutir os fundamentos da

mecânica Quântica (MQ) e a história da física. As cópias dos e-mails foram gentilmente cedidas a Carlo Loria (2018):

Ricordi qualcosa su come e quando nacquero poi i nostri interessi verso la storia della fisica? Io sono sicuro (perché lo organizzai materialmente io) che il primo incontro lo svolgemmo a Firenze, ... che sia stato nel 1970 ... sulla ripresa dell'interesse per i fondamenti della MQ a metà '70, per richiamare l'attenzione sul fatto che quegli interessi in Italia erano sorti ben prima ... la scuola di Varenna 1970" (LORIA, 2018 p. 85)⁹.

Dando um balanço nas duas versões, 1970 e 1972, Freire Junior (2015), considera que a segunda teve um impacto menor do que a primeira na reconfiguração do próprio campo da física quântica, mas foi de grande relevância em dirigir a atenção de jovens cientistas para o campo da história da física e também contribuiu para uma crítica bastante difundida na época, que se refere à autonomia da ciência em relação à política, evidenciando a diferença entre as finalidades da prática científica em geral e da pesquisa aplicada. Freire Junior (2011 *passim*) é um caso emblemático de uma práxis acadêmica de cooperação científica e seus livros *"The Quantum Dissidents, Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)"*, publicado em 2015, e *"David Bohm, a Life Dedicated to Understanding the Quantum World"*, publicado em 2019. Do primeiro, dizem, prefaciadores e comentaristas, que se trata de obra referencial por descrever a história de como os fundamentos da mecânica quântica foram formulados e diversamente interpretados de 1925 até 1990, dando especial ênfase aos desenvolvimentos a partir de 1950. Para os comentadores, não se trata somente de uma robusta narrativa internalista, mas também de um trabalho de resgate de conceitos e de várias teses e teorias, esclarecendo uma dúvida crucial, qual seja, a razão de os questionamentos terem sido desencorajados até 1960.

No segundo, uma biografia autorizada de David Bohm, tido por Freire Junior (2019) como uma espécie de "Paramount" entre a comunidade de dissidentes, percebe-se, em que pese a profunda admiração do biógrafo em relação ao biografado, uma rigorosa narrativa de toda uma vida dedicada a entender a mecânica quântica e discutir seus fundamentos. Bohm

⁹ Recorda alguma coisa sobre como e quando nasceram os nossos interesses voltados para história da física? Eu estou seguro (porque o organizei materialmente) que o nosso primeiro encontro de deu em Florença... O qual ocorreu em 1970... sobre a retomada do interesse pelos fundamentos da MQ (Mecânica Quântica) em meados dos anos 70, chamo atenção sobre o fato que aqueles interesses na Itália surgiram bem antes... na Escola de Varenna de 1970 (LORIA, 2018 p. 85).

(1917-1992) que foi palestrante na versão de 1970 da Escola Internacional de Física Enrico Fermi com o tema “*Quantum theory as an indication of a new order in physics,*” enfrentou vicissitudes no campo da ciência e da vida pessoal por suas visões de mundo, mas em nenhum momento esmoreceu ou desistiu de tentar contribuir com a física e com o esclarecimento dos percalços que a emergente mecânica quântica exibia. Nascido em Wilke Barres na Pennsylvania, Estados Unidos, e com posterior cidadania brasileira e britânica em decorrência de perseguições durante o Macartismo no seu país de nascimento, Bohm é considerado um dos físicos teóricos mais importantes do século XX, havendo contribuído com ideias não-ortodoxas para a teoria quântica, a neuropsicologia e a filosofia da mente. Bohm, a exemplo de Toraldo di Francia, era uma personalidade com muitas dimensões, com engajamento político, sensível aos problemas sociais e ávido por conhecer ambientes culturais e outras áreas ou campos de conhecimento, dentro da física e fora dela. Na opinião do biógrafo, o legado de Bohm para a física quântica, além de suas últimas contribuições que têm nexos com as aplicações em termos de produtos e processos, deve ser reconhecido por sua atitude em defesa da relevância da pesquisa sobre os fundamentos da mecânica quântica (FREIRE, 2019 p. 5).

Em 2022, Olival Freire Junior publicou, como editor / organizador e em coautoria, o livro *The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations*. A obra é um manual que traz uma visão histórica das controvérsias que estiveram no centro de debate sobre a física quântica nos últimos 100 anos, a partir do olhar de diversos colaboradores que estiveram no contexto desses debates. De outro modo, para além de uma análise sobre as controvérsias e as questões correlatas ligadas a elas, o livro fornece um exame sobre as possibilidades advindas da física quântica para o desenvolvimento de novos campos de conhecimento, desenvolvimento de novas tecnologias, bem como a correlação das transformações ocorridas nos campos da filosofia, história, sociologia e política. Já na introdução os organizadores trazem a importância desse campo de estudo, ao afirmarem:

Quantum mechanics, created in 1925-1927, is approaching its centenary with an impressive record. It became the backbone of most research in physics, led to applications such as the transistor and laser, and prompted an upheaval in the philosophy of science. (FREIRE et. al., 2022, p. 1)

Em relação as controvérsias, segundo os organizadores, estas podem ser agrupadas em quatro campos, a saber: clareza-imprecisão, continuidade-descontinuidade, o dilema

onda-partícula e causalidade-acausalidade. Em continuação os organizadores ressaltam que dentro do conjunto de interpretações diversas, esse debate é contínuo e no contexto de escrita do manual leva em diversos momentos a chamarem de “história das interpretações” e ou mesmo “controvérsia quântica”. No capítulo que coube a Freire Junior, reforça-se a existência da questão ligada à controvérsia quântica e sua condição de não resolvida, como bem disse Max Jammer quando a intitulou de “história sem fim”. Contudo, ressalta que não há consenso dentro da comunidade física, quanto à existência dessa mesma controvérsia quântica. O autor traz à baila as dificuldades para que a controvérsia quântica não esteja entre os principais tópicos na história da ciência e dentre essas dificuldades ele apresenta o tecnicismo desse campo de estudo da física, que afasta ou confunde os não especialistas em física e o não reconhecimento por parte de algumas tendências da filosofia da ciência que não se esforçaram para tornarem esse campo mais inteligível ou mesmo falharam em reconhecer esse campo como legítimo. Nesse capítulo, além do que faz a introdução, traz-se em sua primeira parte um breve panorama sobre a história da controvérsia, a dividindo em quatro fases dentro do espectro histórico de seu centenário, aduzindo um conjunto dos atores participantes¹⁰ e suas respectivas visões sobre o tema e em uma segunda parte, trata do caso específico da tese de Duhem-Quine sobre a subdeterminação de teorias por dados empíricos.

Considerações Finais

Cabem nesta etapa as seguintes reflexões. A *primeira* delas é constatar que a intensificação da cooperação científica vem mostrando que os avanços no campo epistemológico abandonaram a singularidade, ou seja, a utilização de uma única disciplina para pesquisar um determinado objeto, para adotar o paradigma da complexidade, a cooperação inter-científica. A *segunda* é destacar a crescente importância das ciências humanas nessa cooperação, com caráter de imprescindibilidade, nas pesquisas ambientais. A *terceira* é reconhecer a contribuição das ciências humanas para encorajar questionamentos ao “quase paradigma” que era a Interpretação de Copenhague, a qual desestimulava o aprofundamento das pesquisas sobre os fundamentos da mecânica quântica, em que pesem as inconsistências e imprecisões, sobretudo no que diz respeito às medições, o que fazia parte

¹⁰ Foram citados: David Bohm, de Broglie, Jean-Pierre Vigié, Hugh Everett, Bryce DeWitt, Einstein, Karl Popper, and Leslie Ballentine, Alain Aspect, John Bell, Zeh, Wojciech Zurek, Anthony Leggett, and Amir Caldeira, David Deutsch, Charles Bennet e Gilles Brassard, John Clauser, Anton Zeilinger, dentre outros.

dos argumentos de alguns dissidentes. Inequivocamente foram os recursos à história e à filosofia da ciência que permitiram pausas reflexivas para que, combinando experimentos com teoria, se prosseguisse na construção da teoria quântica, chegando-se ao momento atual, paradoxalmente definido como de grande contribuição da física quântica para o progresso técnico, sem que as controvérsias tivessem cessado (FREIRE et al, 2011 p. 12).

É pertinente também chamar a atenção para a criatividade das Escolas de Verão de Varenna, Itália, ensejando um momento especial, uma pausa que acalmou os ânimos dentro da comunidade de pesquisadores da física quântica e no âmbito da Sociedade Italiana de Física e que trouxe conteúdos de história e da filosofia da ciência para acicatar novas investigações, por caminhos não ortodoxos. A documentação e troca de correspondência entre membros da Sociedade Italiana de Física, demonstram pioneirismos e protagonismos no âmbito do sodalício, que permanecerão na história da física quântica. Finalizando, cabe destacar a contribuição de Olival Freire Junior no iluminar a trajetória turbulenta da teoria quântica e reconhecer o papel das ciências humanas para definir novos rumos epistemológicos, o que foi possível mediante as experiências de 1970 e 1972 das Escola de Verão Enrico Fermi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIARDI, Amílcar. *Sociedade e Estado no apoio à ciência e à tecnologia: uma análise histórica*. São Paulo: HUCITEC, 1996.

_____. RESENHA, The origin of wealth de Eric D. Beinhocker, *Cad. CRH*, 21(52), 181-185, 2008 (a).

_____. Evolução das Ciências Agrárias nos Momentos Epistemológicos da Civilização Ocidental. In: MARTINS, R.; MARTINS, L. C. P.; SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). *Filosofia e História da Ciência do Cone Sul*. 2ªed. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência, AFHIC, 2008 (b), v. 1, p. 22-28.

_____. O ensino de história das ciências agrárias nas universidades. In: SOUZA, R. J. *Jornadas Científicas-Agronomia*. Guarujá: Editora Científica Digital, 2020. p. 70-83.

BALTAS, Aristides. Classifying Scientific Controversies In: MACHAMER, Peter.; PERA, Marcello.; BALTAS, Aristides. *Scientific controversies: philosophical and historical perspectives*. Oxford: University Press, 2000. p. 40-49.

BRIANESE, Giorgio. *Congetture e confutazioni di Popper e il dibattito epistemologico post-popperiano*. Torino: Paravia, 1993a.

_____. *Il discorso sul metodo di Cartesio e il problema del método nel XVII secolo*.

Torino: Paravia, 1993b.

BRUSH, Stephen. G. Scientists as historians. *Osiris*, v. 10, p. 214-231, 1995.

CHUDEK, Maciej.; ZHAO, Wanying.; HENRICH, Joseph. Culture-gene coevolution, large-scale cooperation, and the shaping of human social psychology. In: JOYCE, Richard.; STERELNY, Kim.; CALCOTT, Brett. *Signaling, commitment, and emotion*. Harvard: MIT Press, 2013. p. 425-57.

COMTE, Auguste. *Curso de filosofia positiva*. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

_____. *The Positive Philosophy*. Ontario: Batoche Books Kitchner, 2000.

DI FRANCA, Giuliano. Toraldo. *L'indagine del mondo físico*. Torino: Einaudi, 1976.

DUNN, John. Storie delle dottrine politiche. In: ORNAGHI, Lorenzo.; DUNN, John; HESPANHA, Antonio Manuel; THOENIG, Jean-Claude; PANEBIANCO, Angelo. *Politica*. Milano: Editoriale Jaca Book, 1993. p. 49-68.

FISCHER, Arnout; TOBI, Hilde; RONTELTAP, Amber. When natural met social: a review of collaboration between the natural and social sciences. *Interdisciplinary Science Reviews*, 36 (4), 341-358, 2011.

FREIRE JUNIOR, Olival.; PESSOA JR, Osvaldo.; BROMBERG, Joan Lisa. Teoria Quântica: História e Cultura. In: FREIRE JUNIOR, Olival.; PESSOA JUNIOR, Osvaldo.; BROMBERG, Joan Lisa (org.) *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande: Eduelpb, 2011. p. 11-14.

FREIRE JUNIOR, Olival. Ciência e política na Itália dos anos 1970 In: FREIRE JUNIOR, Olival e CARNEIRO, Saulo. (org.) *Ciência, filosofia e política: uma homenagem a Fernando Bunchaft*. Salvador: EDUFBA, 2013. p. 107-122

_____. *The Quantum Dissidents, Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)*. Verlag: Springer. 2015.

_____. *David Bohm, a Life Dedicated to Understanding the Quantum World*. Gewerbestrasse: Springer, 2019.

FREIRE JUNIOR, Olival. BACCIAGALUPPI, Guido.; DARRIGOL, Olivier.; HARTZ, Thiago.; JOAS, Christian; KOJEVNIKOV, Alexei; PESSOA JR, Osvaldo. (Org.). *The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2022. v. 1.*

_____. Introduction. In: FREIRE JUNIOR, Olival. BACCIAGALUPPI, Guido.; DARRIGOL, Olivier.; HARTZ, Thiago.; JOAS, Christian; KOJEVNIKOV, Alexei; PESSOA JR, Osvaldo. (Org.). *The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations*. Oxford: Oxford University Press, 2022, v. 1, p. 1-6.

GADAMER, Hans-Georg. *Verdade e método*. Petrópolis: Vozes, 1997.

GOLDMANN, Lucien. *Ciências humanas e filosofia: que é a sociologia?* São Paulo: DIFEL, 1978.

KANT, Immanuel. (a cura di GONNELLI, F.). *Scritti di storia, politica e diritto*. Roma: Laterza & Figli Spa, 1995.

KUHN, Thomas Samuel. *Estrutura das revoluções científicas*. 3. ed.. São Paulo: Perspectiva, 1962.

KUNZMANN, Peter.; BURKHARD, Franz Peter; WIEDMANN, Franz. *Atlante di filosofia*. Milano: Sperling & Kupfer, 1993.

LORIA, Carlo. *Entre o compromisso com a ciência e as motivações políticas: tensões e controvérsias na Sociedade Italiana de Física nos anos 70 do século XX*. 2018, 183 p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências).

LUZ, Manuel Ramon Souza; FRACALANZA, Paulo Sergio. Alfred Marshall e as "evoluções" vitorianas: situando Darwin e Spencer nos fundamentos teóricos do pensamento marshalliano. *Nova Economia*, v. 22, p. 417-450, 2012.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira Martins. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, Bauru, 11(2), 305-317, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200011>.

ORNAGHI, Lorenzo. *Scienza della politica*. In: ORNAGHI, Lorenzo.; DUNN, John; HESPANHA, Antonio Manuel; THOENIG, Jean-Claude; PANEBIANCO, Angelo. *Politica*. Milano: Editoriale Jaca Book, 1993. p. 15-48.

PARETO Vilfredo. *Manual d'Économie Politique*. Genève: Droz, 1981.

POPPER, Karl. *A lógica das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.

_____. *Conhecimento objetivo, uma abordagem evolucionária*. São Paulo: EDUSP, 1975.

RANASINGHE, Seuwandhi. *Progress in social sciences: Is it a paradigmatic revolution or an evolutionary process?* Disponível em: UCER, University of Colombo Electronic repositior: 2010. University of Colombo, Sri Lanka | Wisdom Enlightens (<https://cmb.ac.lk>). Acesso em: 18 jan. 2023.

RODRIGO, Lídia Maria. A questão da cientificidade das ciências humanas. *Pro-Posições*, Campinas, SP, v. 18, n. 1, p. 71-77, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643574>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SARTORI, Giovanni. *A política: lógica e método nas ciências sociais*. Brasília: Editora UNB, 1997.

SCHWARTZMAN, Simon. *Ciências naturais, ciências sociais e humanidades, (com um adendo sobre a necessidade de rever o sistema de avaliação da CAPES)*. Búzios (RJ): Avaliação de competência científica, CAPES, 2007. Disponível em: www.schwartzman.org.br/simon/buzlios.pdf. Acesso em: 19 ago. de 2021.

SCHULZ, Peter. O trânsito intenso entre duas culturas. In: BARRETO, Marcio. (org.) *Humanidades e ciências naturais: ensaios e balanços críticos*. Campinas: Editora Unicamp, 2021. p. 13-30.

SNOW, Charles Percy. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: EDUSP, 2015.

SPENCER, Herbert; FAWCETT, Henry; HARRISON, Frederic. *John Stuart Mill: his life and works. Twelve sketches*. New York: Boston, J.R. Osgood, 1873.

SPRINGER, Renan. Porque estudar controvérsias científicas. *Episteme*, 3(6), 208-221, 1998.

TURNER, Jonathan. *Theoretical sociology: a concise introduction to twelve sociological theories*. Los Angeles: SAGE Publications, 2014.

WEST, Geoffrey. *Scale: The Universal Laws of Life, Growth, and Death in Organisms, Cities, and Companies*. New York: NY, Penguin, 2017.