

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

DO MÍSTICO AO QUÂNTICO:
O emaranhamento de cosmovisões no desenvolvimento da Física Moderna e
Contemporânea

Daniel Pigozzo

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Física do
Instituto de Física da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS,
sob a orientação do Prof. Dr. Matheus
Monteiro Nascimento e coorientação do
Prof. Dr. Nathan Willig Lima.

Porto Alegre
2021

RESUMO

Na presente dissertação, desenvolvemos uma investigação cujo objetivo geral é analisar o fenômeno cultural do misticismo quântico e os diferentes tipos de conhecimentos que ele mobiliza. Partindo de uma revisão integrativa da literatura, buscamos compreender como a comunidade acadêmica da área de Ensino lida com o tema, quais definições são apresentadas, quais abordagens são utilizadas, como se posicionam frente ao fenômeno e quais implicações para a Educação em Ciências são discutidas. Com isso, identificamos a importância de contribuir com uma caracterização epistemológica inédita do fenômeno, através de um dispositivo analítico baseado na Tese da Interpretação Parcial na perspectiva de Max Jammer. Para podermos realmente propiciar um melhor entendimento de como o misticismo quântico se materializa, a presente dissertação apresenta dois estudos de diferentes abordagens sobre as obras de dois sujeitos frequentemente associados ao fenômeno: Deepak Chopra e Fritjof Capra. O primeiro estudo é uma análise metalinguística – fundamentada na filosofia da linguagem de Bakhtin, Volóchinov e Medviédev – que aborda o livro *A cura quântica*. O segundo estudo é uma grande exploração teórica da filosofia sistêmica de Fritjof Capra e suas implicações para o Ensino de Física. Nossas principais conclusões focam na necessidade de se estabelecer uma maior concordância em como definir o misticismo quântico e reconhecer que o fenômeno que identificamos atualmente possui características inalienáveis do atual contexto social e histórico. Além disso, argumentamos sobre a importância dos Estudos das Ciências e da Educação em Ciências lidarem com as diferentes formas que o discurso científico pode circular pela sociedade.

ABSTRACT

In this dissertation, we develop an investigation whose general objective is to analyze the cultural phenomenon of quantum mysticism and the different kinds of knowledge that it mobilizes. Starting with an integrative literature review, we seek to understand how the Education academic field deals with the theme, which definitions are presented, which approaches are used, how they stand against the phenomenon and what implications for Science Education are discussed. With this, we identified the importance of contributing to a brand-new epistemological characterization of the phenomenon, through an analytical device based on the Thesis of Partial Interpretation from the perspective of Max Jammer. In order to provide a better understanding of how quantum mysticism materializes, this dissertation presents two studies of different approaches about the works of two individuals frequently associated with the phenomenon: Deepak Chopra and Fritjof Capra. The first study is a metalinguistic analysis - based on the philosophy of language of Bakhtin, Volóchinov e Medviédev - which addresses the book *Quantum healing*. The second study is a wide theoretical exploration of Fritjof Capra's systemic philosophy and its implications for Physics Teaching. Our main conclusions focus on the need to establish a bigger consensus on how to define quantum mysticism and recognize that the phenomenon we have recognize today has characteristics which are inalienable from the current social and historical context. In addition, we argue about the importance of Science Studies and Science Education dealing with the different ways that scientific discourse can circulate through society.

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.1. REFERÊNCIAS	10
2. UMA REVISÃO DE LITERATURA DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS SOBRE O FENÔMENO CULTURAL DO MISTICISMO QUÂNTICO.....	13
2.1. INTRODUÇÃO	13
2.2. METODOLOGIA	15
2.3. SELEÇÃO DE TRABALHOS.....	16
2.4. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS TRABALHOS SELECIONADOS	17
2.4.1. DEFINIÇÕES DE MISTICISMO QUÂNTICO	19
2.4.2. ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS	23
2.4.3. POSICIONAMENTOS SOBRE O MISTICISMO QUÂNTICO	24
2.4.4. IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	25
2.5. SÍNTESE DO CONHECIMENTO E ARGUMENTOS FINAIS	27
2.6. REFERÊNCIAS	29
3. DISPOSITIVO ANALÍTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA DO MISTICISMO QUÂNTICO.....	33
3.1. INTRODUÇÃO	33
3.2. REFERENCIAL TEÓRICO: TESE DA INTERPRETAÇÃO PARCIAL.....	35
3.3. PROPOSTA DE UM DISPOSITIVO ANALÍTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA DO FENÔMENO CULTURAL DO MISTICISMO QUÂNTICO	36
3.3.1. DISCUSSÕES FILOSÓFICAS	37
3.3.2. APLICAÇÕES.....	38
3.3.3. INTERPRETAÇÕES.....	39
3.3.4. TEORIAS ALTERNATIVAS	40
3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
3.4. REFERÊNCIAS	42
4. PROBLEMAS DO DISCURSO DE DEEPAK CHOPRA: UMA ANÁLISE METALINGUÍSTICA DE “A CURA QUÂNTICA”.....	45
4.1. INTRODUÇÃO	45
4.2. A FÍSICA QUÂNTICA NO <i>TWITTER</i>	48
4.3. QUADRO TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	51
4.4. ANÁLISE METALINGUÍSTICA DE A CURA QUÂNTICA.....	53
4.4.1. O ENUNCIADO E SEU CONTEXTO IMEDIATO.....	54
4.4.2. O GÊNERO DO DISCURSO	58
4.4.3. O DIRECIONAMENTO E A ORIENTAÇÃO SOCIAL	59
4.4.4. A RESPONSABILIDADE	62
4.4.5. O ESTILO.....	64

4.4.6. DISCUSSÃO.....	66
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
5. A FILOSOFIA SISTÊMICA DE FRITJOF CAPRA: UM OLHAR ECOLÓGICO PARA A FÍSICA E PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	78
5.1. INTRODUÇÃO	79
5.2. DESCRIÇÃO DA CIÊNCIA E DA PRÁTICA CIENTÍFICA	84
5.3. FILOSOFIA DA FÍSICA CLÁSSICA	86
5.3.1. IMPLICAÇÕES DA FÍSICA CLÁSSICA PARA OUTRAS ÁREAS DA CULTURA.....	88
5.4. FILOSOFIA DA FÍSICA MODERNA	89
5.4.1 IMPLICAÇÕES DA FILOSOFIA DA FÍSICA MODERNA PARA OUTRAS ÁREAS DA CULTURA.....	95
5.5. IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA E PARA A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA.....	97
5.5.1. O ENSINO DE FÍSICA.....	97
5.5.2. A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA.....	102
5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
5.7. REFERÊNCIAS	105
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
6.1. REFERÊNCIAS	116
ANEXO I: ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA QUÂNTICA NA ERA DO YOUTUBE	117
I.1. INTRODUÇÃO.....	117
I.2. ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	119
I.3. PANORAMA GERAL DOS VÍDEOS	122
I.3.1. “A FÍSICA QUÂNTICA PROVA QUE É O SEU PENSAMENTO QUE CRIA A SUA REALIDADE”	122
I.3.2. “O QUE É FÍSICA QUÂNTICA?”	123
I.3.3. “AULAS BÁSICAS DE FÍSICA QUÂNTICA – OQUE É FÍSICA QUÂNTICA?”	123
I.3.4. “O SEU PENSAMENTO CRIA A SUA REALIDADE - O PORQUÊ DAS COISAS”	124
I.3.5. “A ORAÇÃO QUÂNTICA”	124
I.3.6. “FÍSICA QUÂNTICA – AULA 01 – BREVE HISTÓRIA DA FÍSICA QUÂNTICA”	125
I.4. DISCUSSÃO.....	125
I.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
REFERÊNCIAS	127

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Apesar da preocupação e dos cuidados de especialistas no movimento de inclusão de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica, há estudos indicando que o Ensino de Física Quântica ainda apresenta um horizonte de desafios e cuidados necessários (CUESTA-BELTRÁN, 2018; GRECA; FREIRE, 2014; PEREIRA; OSTERMANN, 2009). Tais trabalhos demonstram preocupações com as incompreensões, dificuldades e concepções alternativas sobre Física Quântica (FQ) entre estudantes, mas não apresentam um consenso sobre qual abordagem a pesquisa em Ensino de Física deveria priorizar para adequadamente confrontar os desafios relacionados.

Uma das alternativas está relacionada a estudos sobre como os conhecimentos científicos relacionados à FQ interagem com a cultura e a sociedade em geral e como essa interação, por sua vez, influencia as formas pelas quais discentes e docentes se relacionam com conhecimentos acadêmicos. Para superar e evitar as lacunas teórico-filosóficas no entendimento da FQ dentro e fora de espaços formais de educação, propomo-nos a reconhecer suas contribuições teóricas, tecnológicas, filosóficas e socioculturais, refletindo sobre a construção e socialização do conhecimento científico e sobre mudanças nas cosmovisões da comunidade científica nos séculos XX e XXI através da perspectiva dos Estudos das Ciências.

Para estudos em que há um reconhecimento das contribuições socioculturais da FQ, é essencial construir saberes através de perspectivas que levem em consideração as relações entre ciências, cultura, tecnologia, política e sociedade. Durante todo o século XX, mas especialmente a partir dos anos de 1970, a necessidade de um campo acadêmico que estuda essas inter-relações gradualmente se tornou um entendimento amplamente compartilhado. É esse movimento que na presente pesquisa reconhecemos como a gênese e desenvolvimento dos Estudos das Ciências (*Science Studies*, no original em inglês) e que começou a englobar diversas abordagens interdisciplinares de pesquisa que atualmente têm investigado e contribuído cada vez mais com diversos temas e debates como, por exemplo, a natureza sociológica do conhecimento e sobre tomada de decisões técnicas, isto é, as decisões em que ciências e tecnologias se interseccionam com o campo político econômico porque possuem uma perceptível relevância para a sociedade como um todo (COLLINS; EVANS, 2002; MODY, 2015). É um campo em que questões epistemológicas são tão relevantes quanto questões sociológicas reconhecendo que, para

resolver debates de interesse público, estudos sobre métodos científicos, experimentos, observação e teorias não são suficientes e também se faz necessário discutir fatores extrínsecos às ciências.

É importante destacar que praticamente em paralelo, na área de Educação, as investigações sobre as inter-relações entre ciências, tecnologia e sociedade configuraram o que hoje entendemos especificamente como a Perspectiva CTS (ACEVEDO, 1996; AULER, 2007; AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2000). Existem intersecções e entrelaçamentos entre Estudos das Ciências e Perspectiva CTS, assim como preocupações e temas em comum, mas geralmente são entendidos como campos distintos. Algumas das premissas da Perspectiva CTS incluem: problematizar ideias pouco consistentes com a realidade da atividade humana relacionada às ciências e às tecnologias (AULER; DELIZOICOV, 2001), construir e socializar concepções sobre o propósito das escolas, políticas de currículo, o papel da atividade docente e a natureza da aprendizagem (AIKENHEAD, 2003) e possibilitar reflexões sobre ideais como sustentabilidade, cidadania, democracia e responsabilidade social, assim como a construção de uma consciência social sobre a produção e circulação de saberes e a democratização dos meios de produção (VON LINSINGEN, 2007).

Nesse sentido, destacamos que os temas dos Estudos das Ciências, e também da Perspectiva CTS, possuem diversas ligações com elementos do discurso de políticas públicas, especialmente no contexto brasileiro a partir dos anos de 1990. Como exemplo, podemos citar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) que afirmam que “o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social” (BRASIL, 2000).

Em nossa pesquisa, nos inserimos no campo dos Estudos das Ciências, pois, além de nosso compromisso com a Educação em Ciências ao advogarmos por uma formação educacional capaz de honrar fundamentos epistemológicos que possibilitem uma iniciação científica consistente, buscamos também um melhor entendimento do processo histórico de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos. Porém, mais especificamente, nos inserimos neste campo porque reconhecemos que pesquisas contemporâneas relacionadas aos Estudos das Ciências valorizam a diversidade metodológica e são norteadas por um profundo interesse nas relações entre ciências,

cultura e sociedade, mas também por uma genuína consciência social que pode ser acompanhada por reflexões, frequentemente na forma de análises de discurso, sobre o papel da linguagem no campo das atividades humanas das ciências e da educação (VENEU; FERRAZ; REZENDE, 2015; VON LINSINGEN; CASSIANI, 2010). Essas reflexões não se materializam somente em investigações sobre como docentes e discentes se comunicam verbalmente, mas também em trabalhos sobre a circulação, apropriação e divulgação de conhecimentos científicos pela cultura e pela sociedade em geral – e como isso pode afetar a educação científica.

É com esses entendimentos e premissas que contextualizamos a presente investigação a qual se debruça sobre o “fenômeno cultural do misticismo quântico” (PESSOA JR., 2011) que pode parecer recente, mas especialistas afirmam que surgiu praticamente no início do século XX, junto com a FQ, e desde então causa diversas polêmicas (MARIN, 2009), preocupações sobre a incompatibilidade entre saberes (ESBENSHADE, 1982) e inovações para salas de aula (HARRISON, 1979a). Procuramos evidenciar a utilidade quase inesgotável de análises sobre fenômenos que englobam conflitos entre diferentes tipos de saberes e demonstrar que nosso entendimento atual compreende apenas parte desse antigo, mas persistente fenômeno cultural, já que não existe uma ampla concordância sobre como investigar a tradução e mobilização de conceitos da FQ fora do âmbito acadêmico. Este é o cenário de debates com o qual procuramos contribuir através desta dissertação.

Procuramos também demonstrar uma preocupação com o fato de que, em tempos de pós verdade e de negacionismo histórico científico como os que vivemos atualmente, o misticismo quântico apresenta dimensões sociais e políticas que não podem ser ignoradas. Como especialistas, docentes e formadoras de docentes, precisamos dar as devidas condições para que sejam construídas discussões críticas e reflexivas sobre como o produto do trabalho intelectual de cientistas está sendo inserido em uma lógica de mercado da indústria cultural e da indústria de auto ajuda e desenvolvimento pessoal, sobre como o conceito de *quantum* e todos os fundamentos de Física Quântica que o acompanham podem acabar sendo comercializados irrestritamente como *commodities* fora de um contexto acadêmico formal. Isto é, precisamos refletir sobre como o processo de comodificação do *quantum* (BURWELL, 2018) continua acontecendo.

Portanto, nosso objetivo geral é analisar o fenômeno cultural de entrelaçamento entre fundamentos de FQ e diferentes tipos de conhecimentos ou, em outras palavras, conhecimentos relacionados a diferentes gêneros discursivos. Com esta análise, dividida

em estudos relativamente independentes, buscamos alcançar uma maior compreensão sobre a socialização de conhecimentos científicos e de seus significados articulados de forma interdisciplinar em diferentes contextos socioculturais, inclusive os não acadêmicos. Para isso, nossas questões de pesquisas são as seguintes: Como o fenômeno cultural do misticismo quântico é percebido e compreendido pela comunidade acadêmica de Ensino? Como caracterizar epistemologicamente os enunciados de fundamentos de Física Quântica assim como os enunciados do misticismo quântico? Quais são os elementos constitutivos dos enunciados que sustentam o projeto de fala de autores e autoras que realizam entrelaçamentos entre fundamentos de Física Quântica e conhecimentos relacionados a outros gêneros discursivos?

No capítulo 2, apresentamos nosso primeiro estudo que corresponde a uma revisão de literatura integrativa na qual buscamos compreender como as pesquisas acadêmicas lidam com o tema. Na literatura especializada, encontramos grandes diferenças entre as definições de “misticismo quântico”, uma evidente diversidade de abordagens teórico-metodológicas, assim como uma quantidade considerável de variações nas asserções de valor sobre o fenômeno e, também, discussões relativamente pontuais relacionadas à Natureza da Ciência e a práticas didáticas com FQ em sala de aula.

Para delimitar o real conteúdo temático do misticismo quântico e melhor defini-lo, em nosso segundo estudo presente no capítulo 3, nos fundamentamos sucintamente na visão de Max Jammer sobre a Tese da Interpretação Parcial (TIP). Discutimos como analisar conceitualizações relacionadas a teorias científicas, especificamente da Física, seus elementos constitutivos (tais como o formalismo abstrato e regras de correspondência entre fenômenos empíricos e expressões matemáticas) e, principalmente, quais os diferentes tipos de associações e interpretações que derivam desses elementos. Por fim, propomos um dispositivo analítico que, a partir do conjunto de conceitos da TIP, pode ser usado tanto para definir o fenômeno em questão quanto os conhecimentos científicos dos quais ele procura se aproximar e, assim, contribuimos com uma caracterização epistemológica do misticismo quântico.

No capítulo 4, apresentamos uma interpretação metalinguística fundamentada na filosofia da linguagem do Círculo de Bakhtin, Volóchinov e Medviédev do livro *A cura quântica* de Deepak Chopra. Através da Metalinguística, dissertamos sobre como o enunciado em questão, fortemente centrado na ideia de “cura”, penetrou o imaginário popular e alterou o modo como conceitos relacionados à Física Quântica são mobilizados na *internet* e no debate público em geral. Defendemos que sua obra não ficcional de

autoajuda, apesar de ter um público-alvo específico, tem um alcance “transnacional” mesmo com todas as suas metáforas incoerentes, graves contradições e negligências com relação a conceitos científicos, pois seu conteúdo temático é, na verdade, a ideia de que é possível superar praticamente todas as formas de transtornos físicos ou mentais.

Em nosso quarto estudo, presente no capítulo 5, damos especial atenção para a obra de Fritjof Capra. Apresentamos uma discussão sobre como seus trabalhos podem constituir uma legítima possibilidade de referencial teórico para a área de Ensino e de Educação em Ciências, afastando-a do rótulo reducionista de “misticismo quântico” e avançando nas reflexões teóricas de seus livros para além de *O tao da física*.

Por fim, apresentamos nossas considerações finais, sintetizando os principais resultados obtidos ao longo dessa dissertação bem como traçando algumas reflexões sobre a dimensão política desse estudo.

1.1. Referências

ACEVEDO, J. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, n. 13, p. 26–30, 1996.

AIKENHEAD, G. STS education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed.) **A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham**. New York: RoutledgeFalmer, 2003. p. 59–75.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1–20, 2007.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, MEC/Semtec, 2000.

BURWELL, J. **Quantum language and the migration of scientific concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

COLLINS, H. M.; EVANS, R. The third wave of science studies: Studies of expertise and experience. **Social Studies of Science**, v. 32, n. 2, p. 235–296, 2002.

CUESTA-BELTRÁN, Y. J. Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. **Tecné Episteme y Didaxis: TED**, n. 44, p. 147-166, 2018.

ESBENSHADE, D. H. Relating mystical concepts to those of physics: Some concerns. **American Journal of Physics**, v. 50, n. 3, p. 224–228, 1982.

GRECA, I. M., FREIRE JR., O. Meeting the Challenge: Quantum Physics in Introductory Physics Courses. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.) **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 183–209.

HARRISON, D. Teaching The Tao of Physics. **American Journal of Physics**, v. 47, n. 9, p. 779–783, 1979. a.

MARIN, J. M. “Mysticism” in quantum mechanics: the forgotten controversy. **European Journal of Physics**, v. 30, n. 4, p. 807–822, 2009.

MODY, C. C. M. Scientific Practice and Science Education. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1026–1032, 2015.

PEREIRA, A., OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. VI, p. 393–420, 2009.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR., O. et al. (Eds.) **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 281–302.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 2, p. 110–132, 2000.

VENEU, A.; FERRAZ, G.; REZENDE, F. Análise de discursos no Ensino de Ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 1, p. 126–149, 2015.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino (Online)**, v. 1, n. especial, p. 1–19, 2007.

VON LINSINGEN, I.; CASSIANI, S. Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da Ciência e da Tecnologia. **Redes**, v. 16, n. 31, p. 163–182, 2010.

2. UMA REVISÃO DE LITERATURA DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS SOBRE O FENÔMENO CULTURAL DO MISTICISMO QUÂNTICO¹

Resumo: Este artigo tem como objetivo a ampliação do debate sobre o misticismo quântico. Para tanto, elaboramos uma revisão de literatura no escopo da área de Ensino. Realizamos discussões sobre definições existentes de misticismo quântico, sobre abordagens de pesquisas que lidam com o assunto, sobre posicionamentos acerca do tema e sobre implicações do debate para a Educação em Ciências. Por fim, trazemos nossas considerações e conclusões sobre a investigação em que diagnosticamos que há várias definições do fenômeno coexistindo sem um consenso preciso, que há diversidade tanto nas abordagens teórico-metodológicas dos trabalhos quanto em seus posicionamentos sobre o assunto e, por fim, que a maioria das pesquisas não apresentam claras implicações para a área de Educação em Ciências.

Palavras-chave: misticismo quântico, física quântica, revisão de literatura, educação em ciências.

Abstract: This paper has as its objective the amplification of the debate about quantum mysticism. To do so, we introduce a literature review within the Teaching research scope. We analyze the known definitions of quantum mysticism, the research approaches to deal with the subject, the different assertions and classifications for the phenomenon and the implications to Science Education research. At the end, we bring forth our considerations and conclusions in which we highlight that there are many definitions of the phenomenon coexisting without a strict consensus, that there is diversity in both the studies' theoretical-methodological approaches and their stances on the subject and, finally, that most of the studies do not elaborate on clear implications to the Science Education field.

Keywords: quantum mysticism, quantum physics, literature review, science education.

2.1. Introdução

¹ Uma versão levemente modificada da presente seção foi submetida para publicação em dezembro de 2020, mas ainda permanece em avaliação em abril de 2021.

A Física Quântica (FQ) se desenvolveu ao longo do século XX como uma área da Física Moderna e Contemporânea (FMC), possuindo um caráter essencialmente probabilístico, ou “indeterminista”, e lidando com a hipótese da existência de quantidades discretas e processos descontínuos. Na FQ, a impossibilidade de determinação simultânea de posição e velocidade tem um papel de destaque, assim como têm as grandezas não comutativas (HEISENBERG, 1983), os números imaginários (KARAM, 2019, 2020) e também a atribuição de aspectos ondulatórios para qualquer partícula individual e aspectos corpusculares para qualquer forma de radiação (PESSOA JR., 1997).

Podemos desmembrar a importância da FQ em pelo menos quatro aspectos com base em trabalhos como os de Freire Jr. et al. (2011), Jammer (1974, 1989) e Pessoa Jr. (2011). No aspecto teórico, a FQ colaborou com a gênese e o desenvolvimento de novas teorias científicas da FMC e de outras áreas científicas interdisciplinares, como a teoria quântica de campos, a eletrodinâmica quântica, a gravitação quântica e a teoria da informação quântica. No aspecto tecnológico, a FQ favoreceu diversas aplicações, como lasers, transistores e, conseqüentemente, microprocessadores. No aspecto filosófico, seu desenvolvimento conceitual ocorreu através da proliferação de interpretações sobre seus fundamentos, previsões e resultados experimentais. No aspecto sociocultural, destaca-se a propagação difusa de grupos sociais interessados em estudar os fundamentos de FQ e traduzi-los através de diversos outros conhecimentos (especialmente os alternativos, místicos e espirituais), mesmo que de modo conflitante e impreciso.

O entrelaçamento entre fundamentos de FQ com diversos conhecimentos alternativos é algo que causa polêmicas desde o início do século XX (MARIN, 2009). As transformações e estabilizações de conhecimentos relacionados à FQ e a misticismos geram preocupações sobre a incompatibilidade entre saberes (ESBENSHADE, 1982) assim como já geraram inovações para salas de aula (HARRISON, 1979a). Além disso, parece haver, na Educação em Ciências, uma inquietação ou estranhamento com a (in)consistência nas formas de divulgação científica e de alfabetização científica que se aproximam, mesmo minimamente, desse tema (COSTA, 2013; MACHADO, 2017; MOURA; SANTOS, 2017b; OLIVEIRA, 2018). É neste contexto de debates e inquietações que se insere o presente trabalho.

Esse “fenômeno cultural do misticismo quântico” (PESSOA JR., 2011), como é eventualmente chamado, mesmo já tendo passado por diferentes fases ou “estações” (PAURA, 2018), nunca se distanciou de um problema fundamental do campo da História e Filosofia da Ciência (HFC), ou, mais especificamente, da epistemologia: “como

demarcar o que é conhecimento científico?”. Tentativas de responder essa questão, conhecida como o problema da demarcação, podem ser entendidas como tentativas de distinguir o que são conhecimentos relevantes ou válidos.

Assim, considerando a importância sociocultural do tema e a necessidade de a Educação em Ciências dialogar com seus discursos, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão da literatura, no escopo da área de Ensino, sobre o misticismo quântico. Este trabalho busca responder as seguintes questões de pesquisa: quais definições de misticismo quântico estão presentes nas pesquisas das áreas de Ensino e Educação em Ciências? Quais os principais quadros teórico-metodológicos das investigações? Como os trabalhos de pesquisadores das áreas de Ensino e Educação em Ciências se posicionam axiologicamente ao tratar do misticismo quântico? Quais implicações para as áreas de Ensino e Educação em Ciências foram concebidas nas pesquisas? Quais as principais obras e conjecturas são associadas ao misticismo quântico?

Na seção 2.2, relatamos a metodologia da revisão de literatura e, na seção 2.3, comentamos as etapas e restrições realizadas. Na seção 2.4, apresentamos os principais resultados com base nas questões propostas, aprofundando a discussão sobre definições de misticismo quântico, posicionamentos dos trabalhos de pesquisadores sobre o tema, implicações para o Ensino e abordagens utilizadas nas pesquisas. Por fim, na seção 2.5, traçamos nossas considerações finais.

2.2. Metodologia

Para a presente revisão de literatura, seguimos os princípios de uma revisão integrativa como delineado no artigo de Botelho, Cunha & Macedo (2011). Para isso, começamos o trabalho a partir da *identificação do tema e seleção de questões de pesquisa*. Nossas questões, entretanto, eram de caráter preliminar e se reformularam profundamente com o fim da leitura dos trabalhos consultados para revisão. Expomos parte dessa etapa do trabalho na seção 2.1, “Introdução”. Ainda na mesma etapa de uma revisão integrativa, é adequado definir estratégias de busca, descritores e bases de dados. Tal empreendimento está descrito nos parágrafos iniciais da seção 2.3, “Seleção de trabalhos”.

Dando prosseguimento ao trabalho, as devidas bases de dados foram consultadas e as buscas foram concretizadas nas etapas de *estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão* e de *identificação dos trabalhos selecionados*. Para realizá-las, estabelecemos como critério de seleção algo elementar: tratar o tema, o misticismo quântico, de forma não tangencial ou superficial. Isto é, não citar o assunto apenas em uma nota de rodapé

ou mencioná-la pontualmente sem analisar sua natureza ou algum tema fortemente relacionado a ele. Esse critério é mencionado novamente na seção 2.3 em que abordamos tudo relacionado à seleção da literatura revisada.

As etapas de *categorização da literatura selecionada e análise dos resultados* foram amalgamadas em nossa revisão. Foram elaboradas e utilizadas diferentes tabelas de súmula do conteúdo temático dos trabalhos consultados, as quais representam nossos esforços de confeccionar uma matriz de síntese. Uma delas está representada pelo Quadro 2, “Panorama geral da revisão de literatura”, na seção 2.4, “Caracterização e análise da literatura selecionada”. Para categorizar e analisar as informações, decidimos, após a leitura dos trabalhos, propor o que chamamos de “categorias de discussão”: categorias capazes de demonstrar o caráter controverso do tema e alguns elementos discursivos compartilhados pelos trabalhos encontrados. No final de cada uma dessas categorias de discussão, buscamos esclarecer aquilo que interpretamos como lacunas de conhecimento existentes ou como possíveis problemas para futuras pesquisas. Por fim, na etapa de *síntese do conhecimento*, buscamos esclarecer e repetir concisamente a linha de raciocínio que permeou todo o nosso trabalho de revisão para permitir uma avaliação da adequação geral dos procedimentos utilizados e conclusões elaboradas.

2.3. Seleção de trabalhos

Na revisão de literatura, utilizamos os descritores “misticismo quântico”, “*quantum mysticism*” e “*misticismo cuántico*”. Devido à diversidade de buscadores utilizados e para garantir eficiência nas buscas por trabalhos acadêmicos, os descritores “misticismo” e “*mysticism*” também foram utilizados. A pesquisa internacional foi feita através das plataformas ERIC e BASE e a busca de trabalhos de periódicos nacionais ocorreu através de *sites* e buscadores das revistas de Qualis A1, A2 e B1 (para o quadriênio 2013-2016) da área de Ensino indexadas na plataforma Sucupira. Além disso, uma busca de teses e dissertações foi realizada a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Ao final, como uma tentativa de não ignorar nenhum trabalho de relevância, uma busca foi realizada no *Google Acadêmico*.

Inicialmente, foram selecionados trinta trabalhos: 19 artigos, três teses, três dissertações, dois trabalhos publicados em eventos, dois livros e um capítulo de livro a partir da leitura de títulos, resumos e palavras-chave. Posteriormente, com uma leitura preliminar dos trinta trabalhos, cinco deles foram descartados por não respeitarem nosso

critério de inclusão. Isto é, tais trabalhos citaram o tema de maneira muito periférica, tangencial ou superficial; essencialmente aquilo que buscamos excluir da revisão.

Por fim, selecionamos efetivamente 25 trabalhos que tratam de investigações relacionadas ao misticismo quântico. Essas etapas estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de seleção de trabalhos

Plataformas de busca		1ª etapa	2ª etapa
ERIC e BASE		10	10
Sucupira: Qualis-Periódicos	A1	0	0
	A2	2	1
	B1	3	2
Catálogo de Teses e Dissertações		2	2
Google Scholar		13	10
Total		30	25

Sobre a segunda etapa da seleção, apresentamos o seguinte detalhamento:

- Oito artigos em periódicos, um livro e uma tese de doutorado pelas plataformas ERIC e BASE;
- Três artigos em periódicos pela plataforma Sucupira de Qualis-Periódicos;
- Dois trabalhos pelo Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, sendo uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado;
- Dez trabalhos pelo Google Acadêmico dentre os quais: quatro artigos, três trabalhos de conclusão de curso de pós-graduação, um trabalho publicado em evento acadêmico, um livro e um capítulo de livro.

2.4. Caracterização e análise dos trabalhos selecionados

Após a seleção dos trabalhos, elaboramos o Quadro 2, posto a seguir, que representa nosso detalhamento da literatura revisada e nossa elaboração de uma matriz de síntese. As categorias de discussão citadas anteriormente estão presentes no quadro e são explicadas em maiores detalhes nas subseções seguintes, mas podem ser resumidas preliminarmente do seguinte modo: a primeira coluna identifica autores, datas e uma numeração para os trabalhos, a segunda coluna indica se o trabalho possui uma definição de misticismo quântico, a terceira coluna indica quais são os tipos de abordagens dos trabalhos, a quarta coluna indica como os trabalhos se posicionam sobre o fenômeno em questão e a quinta indica se os trabalhos tratam de implicações para a Educação em Ciências ou o Ensino de Física.

Quadro 2 - Panorama geral da revisão de literatura

Trabalhos	Definição	Abordagem**	Posicionamento	Implicações
1. MARIN, 2009	Sim	1 & 2	Neutro	Não
2. HARRISON, 1979b	Não *	1 & 2	Neutro	Não
3. ESBENSHADE, 1982	Não *	1 & 2	Desfavorável	Sim
4. HARRISON, 1979a	Não *	3	Favorável	Sim
5. PAURA, 2018	Sim	2	Neutro	Não
6. MOURA; SANTOS, 2017a	Sim	3	Desfavorável	Sim
7. GEORGIEV, 2007	Não *	3	Desfavorável	Não
8. PERALTA, 2012	Não *	1	Desfavorável	Não
9. SAITO, 2018	Sim	1 & 2	Favorável	Sim
10. BURWELL, 2018	Sim	1 & 2	Neutro	Não
11. MACHADO; CRUZ, 2016	Sim	1 & 2	Desfavorável	Sim
12. SANTOS; PESSOA JR., 2012	Não	1 & 2	Neutro	Não
13. OLIVEIRA, 2018	Sim	1 & 2	Desfavorável	Sim
14. MACHADO, 2017	Sim	1 & 2	Neutro	Sim
15. COSTA; REIS; GUERRA, 2011	Não *	1 & 2	Desfavorável	Não
16. COSTA, 2013	Não	1 & 2	Favorável	Sim
17. ALMEIDA, 2018	Sim	1 & 2	Neutro	Não
18. LIMA, 2017	Sim	1	Neutro	Não
19. GUERRIERO; STERN, 2017	Não *	2 & 3	Neutro	Não
20. GONÇALVES, 2010	Não *	1 & 2	Favorável	Não
21. MOURA; SANTOS, 2017b	Sim	3	Desfavorável	Sim
22. PESSOA JR., 2001	Sim	1 & 2	Neutro	Não
23. CRUZ; CRUZ, 2009	Sim	2	Neutro	Sim
24. PESSOA JR., 2011	Sim	1 & 2	Neutro	Não
25. SCERRI, 1989	Não *	1 & 2	Favorável	Sim

* Trabalhos sem definições claras no texto principal.

** 1 = Abordagem filosófico-axiomática; 2 = Histórico-epistemológica; 3 = Prático-quantitativa.

A primeira categoria de discussão é aquela que identifica se os trabalhos definem o fenômeno em questão e, em caso afirmativo, como o definem. Ela foi elaborada com o objetivo de verificar se os trabalhos não divergem absolutamente ao tentar delimitar o problema. Isto é, reconhecemos que para uma boa investigação sobre o misticismo quântico, é necessário verificar se há uma concordância entre o que as publicações acadêmicas identificam como sendo o fenômeno.

A segunda categoria de discussão é aquela que destaca os diferentes quadros teórico-metodológicos da literatura disponível sobre o assunto. Uma categoria como tal facilita o entendimento de como pesquisadores e pesquisadoras chegam a suas conclusões e definições e com base em quais premissas. A identificação de uma diversidade ou de uma uniformidade de abordagens teórico-metodológicas é também capaz de elucidar

porque possuem ou não determinadas características, como implicações para a Educação em Ciências.

A terceira categoria de discussão envolve os posicionamentos sobre o misticismo quântico. Entendemos que a potencialidade dessa categoria é facilitar o entendimento dos diferentes, mas sempre presentes, níveis de criticidade e análise dos trabalhos sobre o tema.

A última categoria de discussão é a que busca averiguar se há considerações sobre as implicações para a Educação em Ciências. Foi considerado que os trabalhos trazem implicações para a Educação somente quando os autores apresentam tal discussão de forma explícita e relativamente extensa.

2.4.1. Definições de misticismo quântico

Há catorze trabalhos com definições claras sobre o misticismo quântico que serão o foco exclusivo desta subseção (ou seja, não trataremos de definições indiretas) e que agrupamos em três conjuntos: definições que dissertam sobre consciência, mente e/ou subjetividade, definições que destacam as ligações com religião, espiritualidade e/ou filosofias orientais e definições que citam pseudociência, investigações sobre paranormalidade e/ou apropriações de termos e conceitos científicos.

O primeiro grupo de definições está relacionado principalmente a considerações sobre consciência, mente ou subjetividade (LIMA, 2017; MARIN, 2009; PESSOA JR., 2011; SAITO, 2019). Marin (2009, p. 807) introduz o fenômeno como “uma controvérsia Europeia sobre uma ‘hipótese’ mística, uma que atribui à mente um papel a jogar no nível material da realidade”, em concordância com Lima (2017, p. 90), que descreve o discurso do misticismo quântico como um discurso que “circula através de interpretações subjetivistas da MQ” (Mecânica Quântica). Ambos ressoam as palavras de Pessoa Jr.:

O “misticismo quântico”, em linhas gerais, consiste em interpretações da Teoria Quântica que se inserem na tradição do naturalismo animista (com seu idealismo transformador) ou que adotam um idealismo subjetivista, ou ainda que partem de elementos religiosos. Trata-se de uma atitude que atribui uma conexão íntima entre a consciência humana (ou a espiritualidade) e os fenômenos quânticos. (PESSOA JR., 2011, p. 286-287)

O segundo conjunto é aquele com ligações a aspectos religiosos, espirituais ou de filosofias orientais (ALMEIDA, 2018; BURWELL, 2018; CRUZ; CRUZ, 2009; MOURA; SANTOS, 2017a, 2017b; PAURA, 2018). Por exemplo, Almeida (2018, p.

386) define o misticismo quântico a partir de aproximações com “religiões orientais, como o taoísmo, o budismo e o hinduísmo” e o chama de “uma espécie de religião da física”. Em consonância, Paura (2018, p. 278) introduz o misticismo quântico como uma “tendência de considerar a mecânica quântica de acordo com questões advindas do misticismo oriental ou da espiritualidade da Nova Era” indo ao encontro das proposições de Moura & Santos (2017a, p. 1-2, 2017b, p. 726-727), Burwell (2018, p. 169-170) e das palavras de Cruz & Cruz:

O misticismo quântico é sem dúvida um fenômeno social que merece ser analisado pela sua penetração social e pelas suas consequências. Embora na sua atual dimensão seja um fenômeno recente, com raízes no orientalismo dos anos 60 e 70, não se pode dizer que nas origens da Mecânica Quântica não se tenha tido uma aproximação com pensamentos orientais. [...] A relação destes fundadores com idéias místicas e orientais unidas às idéias revolucionárias da Mecânica Quântica quebrando paradigmas como o determinismo, geram de há muito interpretações de todas as matizes (CRUZ; CRUZ, 2009, p. 3).

O último conjunto está relacionado a ideias como pseudociência, paranormalidade e/ou apropriações de termos e conceitos científicos (MACHADO, 2017; MACHADO; CRUZ, 2016; OLIVEIRA, 2018; PESSOA JR., 2001). Para Machado (2017), o misticismo quântico é um fenômeno social preocupante que “usa e abusa da apropriação e de transposições questionáveis”, uma definição implicitamente presente em Machado & Cruz (2016). Já Oliveira (2018) foca na ideia de pseudociência, de uso inadequado de conceitos e de “emprego da palavra “quântico” no nome de atividades místicas, de autoajuda ou assemelhadas”. Uma perspectiva complementar que destaca a ideia de holismo é usada em outro trabalho de Pessoa Jr. (2001, p. 15) que afirma que o misticismo quântico é um:

[...] termo que descreve a atitude da maioria dos defensores destas idéias, que partem de uma filosofia de mundo holística e simpática às chamadas “pseudociências” (astrologia, telepatia etc.). A questão do holismo tem uma sustentação bastante forte na noção de “totalidade quântica” formulada originalmente por Bohr e desenvolvida por David Bohm, e envolvida na “não-localidade” sugerida pelo teorema de Bell para interpretações realistas da Teoria Quântica.

Passando ao detalhamento de outros aspectos relacionados às definições, destacamos que existem três trabalhos que abordam especificamente os significados do termo “misticismo”. No trabalho de Almeida (2018), em uma abordagem lexical, misticismo é associado com a tendência a crer em poderes/entes sobrenaturais, a crer que

seres humanos são capazes de se comunicar com divindades ou como a tendência a viver contemplativamente. Segundo Saito (2019), além da definição lexical, uma conotação de “misticismo” apontada pela Filosofia se relaciona a um significado pejorativo adquirido pelo termo: a aplicação, ou aceitação, de propriedades ou poderes ocultos sem explicações empíricas ou racionais. Já no trabalho de Esbenschade (1982), que não possui definição clara do tema, mas que discute brevemente a terminologia, é destacado que há problemas advindos de discussões e de uma definição simplória de misticismo que se concentram apenas naquilo relacionado ao Oriente.

Outro detalhamento muito importante: os três conjuntos de definições delineados *não* esgotam completamente todas as atribuições de significado à expressão “misticismo quântico” encontradas na literatura, mas representam uma síntese pertinente à compreensão dos significados mobilizados. Além disso, é importante destacar que as definições não estão cristalizadas dentro dos três conjuntos que apresentamos, ou seja, pode haver uma hibridização entre definições. Alguns trabalhos do terceiro conjunto, por exemplo, também levam em consideração as conexões com consciência e subjetividade.

Dois trabalhos buscam classificar mais estritamente o misticismo quântico, são eles: “*Le quattro stagioni del misticismo quantistico*” de Roberto Paura (2018) e “O fenômeno cultural do misticismo quântico” de Osvaldo Pessoa Jr. (2011). A classificação de Paura, com alusão à obra musical de Vivaldi, lida com “quatro estações”, descritas como intervalos cronológicos tenuamente diferentes. A primeira estação abrange embates filosóficos ocorridos de 1920 a 1960 que focavam quase exclusivamente no papel da consciência no problema da medição e que foram protagonizados, majoritariamente, por fundadores da FQ (ou por indivíduos relacionados a eles). A segunda estação representa o reaquecimento desses embates promovido pelo movimento Nova Era nos anos 1970 e tem como principais características a aproximação explícita com o “misticismo oriental” (algo anteriormente velado, indireto e menos comum), a produção de livros de ampla circulação como “O tao da física” (CAPRA, 1989) e “*The dancing wu li masters*” (ZUKAV, 1979) e, por fim, o protagonismo de indivíduos de baixa evidência acadêmica ou cultural até então. Paura se esforça para vincular o papel da consciência no problema da medição às iniciativas dessa estação de misticismo quântico, mas destacamos que o espírito da época que circundava essa estação era bem mais amplo e trazia outras preocupações filosóficas e políticas, pois é possível considerar, por exemplo, “O tao da física” como o ponto de origem da Filosofia Sistêmica de caráter ecológico de Capra (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019). A terceira estação surge no fim da década

de 1980 e sua principal característica é o fato de estar associada basicamente à produção acadêmica de Roger Penrose e Stuart Hameroff e ao tema desenvolvido por eles: a teoria da mente quântica, que busca atribuir uma natureza quântica à origem da consciência. Por fim, a quarta estação, nas palavras do autor,

[...] é caracterizada por uma abundância de publicações pseudocientíficas que tentam replicar o sucesso dos livros de Deepak Chopra (particularmente em relação à "cura quântica", um conceito cunhado por Chopra) e fenômenos da mídia como *Quem Somos Nós?* e *O Segredo*. Sites, livros, revistas temáticas e seminários como *Science and Nonduality* - organizados em diferentes partes do mundo, com a participação de palestrantes que vão de físicos a filósofos, de mestres de Yoga a gurus da Nova Era - desfrutam de popularidade crescente. (PAURA, 2018)

A classificação de Paura é baseada em um agrupamento claro e amplo, mas a divisão cronológica de um fenômeno tão complexo e, em paralelo, a insistência em destacar o debate sobre “consciência quântica” como a principal característica acaba gerando complicações para o estabelecimento de uma boa definição e subsequente caracterização do misticismo quântico. Em primeiro lugar, diversas obras fogem a essa classificação temporal e temática, podendo ser encaixadas em duas estações diferentes, se foram considerados seus respectivos temas. Por exemplo, muitos das figuras identificadas com a quarta estação, como Chopra e Goswami, começaram a publicar suas obras entre as décadas de 1980 e 1990, ou seja, ainda na terceira estação, e tais obras eram, em alguns casos, discussões sobre o tema da terceira estação, mas, em outros casos, divulgavam ideias como as da quarta estação. Em segundo lugar, é preciso assumir certo reducionismo para sustentar que todas as estações são protagonizadas pelo papel da consciência no problema da medição, como diz o autor, considerando que os períodos a partir da segunda estação são especialmente complexos pela relação com o movimento Nova Era. Por exemplo, o trabalho de Goswami foi, por algum tempo, uma crítica filosófica ao realismo materialista, sendo o papel da consciência no colapso da função de onda não um tema central, mas um entre muitos assuntos discutidos (GONÇALVES, 2010).

Avançando para o trabalho de Pessoa Jr. (2011), encontramos uma classificação que agrupa afirmações relacionadas ao fenômeno nos conjuntos: observador participante, mente quântica, comunicação quântica, outras interpretações e aplicações. O primeiro grupo, observador participante, reúne teses tais como “o objeto observado é inseparável do sujeito”, “o observador humano é o responsável pelo colapso da onda quântica”, “o

observador escolhe se o fenômeno é onda ou partícula” e “o observador cria a realidade”. Esse grupo de teses é rejeitado por diversas interpretações materialistas da FQ, apesar de poder ser variavelmente relacionado a atitudes mais fenomenalistas ou posicionamentos realistas menos radicais. O segundo grupo, mente quântica, trata das seguintes teses: “a consciência é um fenômeno essencialmente quântico”, “o livre arbítrio é garantido pelo princípio de incerteza”, “no dualismo entre alma e corpo, a interação entre os dois se dá por processos quânticos” e “holismo quântico se manifesta no cérebro”. O terceiro grupo, comunicação quântica, está relacionado a teses como “mentes quânticas interagem à distância”, “não-localidade entre mentes permite transmissão instantânea de pensamento”, “o observador conseguiria influenciar a estatística de resultados quânticos”, “a mente pode se acoplar ao universo, transformando-o com pensamento positivo” e “há uma física quântica da alma e de Deus”. O quarto grupo, outras interpretações, reúne as seguintes teses: “a alma pode viver em universos paralelos e estas contrapartidas podem se encontrar”, “atos no presente podem alterar o passado” e “paradigma holográfico”. No quinto grupo, aplicações, destacam-se as teses “religiões orientais já teriam chegado às principais ideias da física moderna”, “a física quântica fundamentaria terapias alternativas” e “a física quântica seria o paradigma do novo milênio”.

Essa classificação é relativamente útil na investigação de diferentes interpretações sobre os fundamentos da FQ e de elementos discursivos que podem ser relacionados a concepções místicas. Além disso, o trabalho de Pessoa Jr. pode ser entendido como um ponto de partida para muitos dos trabalhos em português sobre o misticismo quântico, seja em abordagem ou em reutilização de argumentos e fontes bibliográficas.

2.4.2. Abordagens teórico-metodológicas

As abordagens teórico-metodológicas foram classificadas da seguinte maneira: filosófico-axiomática, que se debruça sobre teses ou premissas do fenômeno, lidando, mesmo que pontualmente, com reflexões metafísicas; abordagem histórico-epistemológica, que realiza análises históricas sobre o tema e que, em alguma medida, discute sobre a natureza do conhecimento e princípios de demarcação epistêmica; e classificação prático-quantitativa, que reúne trabalhos de propostas heterogêneas tais como experiências de implementação do tema em sala de aula (HARRISON, 1979b), utilização de Ciência de Dados para analisar o fenômeno (MOURA; SANTOS, 2017a) ou discussões sobre novos saberes científicos que contradizem (ou não) hipóteses reconhecidas como místicas (GEORGIEV, 2007).

A partir da nossa diferenciação entre abordagens teórico-axiomáticas, histórico-epistemológicas e prático-quantitativas, separamos os 25 trabalhos da revisão de literatura em cinco grupos diferentes.

O primeiro e maior grupo reúne 15 trabalhos que buscaram elaborar tanto quadros filosófico-axiomáticos quanto histórico-epistemológicos (ALMEIDA, 2018; COSTA, 2013; COSTA; REIS; GUERRA, 2011; ESBENSHADE, 1982; GONÇALVES, 2010; HARRISON, 1979b; MACHADO, 2017; MACHADO; CRUZ, 2016; MARIN, 2009; OLIVEIRA, 2018; PESSOA JR., 2001, 2011; SAITO, 2019; SANTOS; PESSOA JR., 2012; SCERRI, 1989). O segundo grupo é formado pelos quatro trabalhos com abordagens heterogêneas que intitulamos de prático-quantitativas (GEORGIEV, 2007; HARRISON, 1979a; MOURA; SANTOS, 2017a, 2017b). Além disso, identificamos um par de grupos com dois trabalhos cada. Um que reúne apenas quadros filosófico-axiomáticos (LIMA, 2017; PERALTA, 2012) e outro que reúne apenas quadros histórico-epistemológicos (CRUZ; CRUZ, 2009; PAURA, 2018). Por último, destacamos um artigo (GUERRIERO; STERN, 2017a) que buscou elaborar uma abordagem tanto histórico-epistemológica quanto prático-quantitativa e um trabalho (BURWELL, 2018) que, por sua extensão e diversidade, pode ser descrito igualmente como filosófico-axiomático, histórico-epistemológico e prático-quantitativo.

Em resumo, os trabalhos compartilham certas características, a maioria possuindo elementos de abordagens filosófico-axiomáticas e histórico-epistemológicas. Por exemplo, a maioria dos trabalhos classificados como “histórico-epistemológicos” também faz análises filosóficas, mas só dois trabalhos (LIMA, 2017; PERALTA, 2012) discutem o fenômeno filosoficamente sem alusão à sua história e aspectos epistemológicos. Mesmo assim, é notável que há uma diversidade nos quadros teóricos entre os trabalhos que consideramos importante ser mantida em futuras pesquisas. Por causa dessa diversidade, é possível adquirir informações sobre o misticismo quântico através de análises históricas, pesquisas de métodos quantitativos ou, ainda, artigos sobre as premissas pedagógicas de um curso universitário.

2.4.3. Posicionamentos sobre o misticismo quântico

Quanto a posicionamentos axiológicos, ou seja, quanto às noções de valor da literatura revisada sobre o fenômeno, todos os 25 trabalhos foram classificados nos seguintes termos: “desfavorável”, “neutro” ou “favorável”. Tais descritores devem ser entendidos como “relativamente desfavorável”, “relativamente favorável” e

“relativamente neutro”, isto é, apontam apenas uma tendência geral do artigo; mas não são categorias intrínsecas e absolutas. Nenhum desses descritores é absolutamente intransigente e evidentemente todos os trabalhos possuem níveis consideráveis de criticidade e análise.

A categoria “favorável” não representa posicionamentos que colocam em pé de igualdade as teses místicas e as da FQ, mas simboliza trabalhos que, ao discutirem criticamente a demarcação epistêmica, demonstram acreditar de modo minimamente notório que a abertura para o diálogo, principalmente no contexto do Ensino, é relevante, ou seja, ilustra principalmente uma ampla abertura ao debate. A categoria “desfavorável” não representa apenas posicionamentos rígidos e adversos ao fenômeno, mas indica trabalhos que preferem reforçar a necessidade de cuidados com a coexistência entre teses místicas e teorias físicas, às vezes em tom de denúncia, às vezes em tom de reflexão ponderada. A categoria “neutro” representa os trabalhos que não fazem afirmações valorativas extensamente, que se focam em análises mais pragmáticas, e os posicionamentos que discutem o tema destacando em especial a necessidade de cuidados frequentes na construção de paralelos entre FQ e concepções místicas.

Reunimos na classificação de posicionamento neutro um conjunto de 11 trabalhos (ALMEIDA, 2018; BURWELL, 2018; CRUZ; CRUZ, 2009; GUERRIERO; STERN, 2017; LIMA, 2017; MACHADO, 2017; MARIN, 2009; PAURA, 2018; PESSOA JR., 2001, 2011; SANTOS; PESSOA JR., 2012). Já na classificação de posicionamento crítico, reunimos um grupo de oito trabalhos (COSTA, 2013; COSTA; REIS; GUERRA, 2011; ESBENSHADE, 1982; GEORGIEV, 2007; MOURA; SANTOS, 2017a, 2017b; OLIVEIRA, 2018; PERALTA, 2012). Por fim, no conjunto de posicionamentos favoráveis, reunimos seis trabalhos (GONÇALVES, 2010; HARRISON, 1979a, 1979b; MACHADO; CRUZ, 2016; SAITO, 2019; SCERRI, 1989).

Nessa categoria de discussão, assim como nas abordagens teórico-metodológicas, encontramos uma considerável diversidade entre os trabalhos consultados. Reconhecendo-se minimamente a validade de nossa identificação dos posicionamentos dos trabalhos, acreditamos que qualquer pesquisador ou pesquisadora com pretensões de explorar o assunto deva prosseguir favorecendo essa diversidade, mas especialmente os posicionamentos axiomáticos abertos à discussão, pois são, frequentemente, aqueles com discussões mais aprofundadas.

2.4.4. Implicações para a Educação em Ciências

Investigando as implicações para a Educação em Ciências concebidas nos trabalhos, notamos que há 11 trabalhos que ponderam sobre implicações, enquanto 14 não lidam com a questão. Notamos também que, apesar da FQ não fazer parte do cotidiano de muitas salas de aula de Física na educação básica (mesmo as políticas públicas que regulam a Educação Básica normatizarem, sugerirem e parametrizarem a discussão sobre FMC desde a década de 1990 a partir dos PCNs e da LDB), há uma tendência a considerar as recomendações sobre a inserção de tópicos de FMC em diferentes contextos educacionais.

Os trabalhos de Moura e Santos (2017a, 2017b) falam da existência de implicações para o Ensino, mas apenas no momento da descrição de seus objetivos e metodologia, sem uma discussão aprofundada, mas com o objetivo aparente de distanciar o tema das salas de aula. Nos demais trabalhos, os pesquisadores fazem discussões mais explícitas sobre implicações para Educação em Ciências, até mesmo em seções reservadas ao assunto, preferindo que o assunto seja tratado em sala de aula com base em discussões da Natureza da Ciência (NdC) ao invés de continuar ignorado (COSTA, 2013; COSTA; REIS; GUERRA, 2011; CRUZ; CRUZ, 2009; ESBENSHADE, 1982; MACHADO, 2017; MACHADO; CRUZ, 2016).

O trabalho de Esbenshade (1982) afirma ser importante inserir explicitamente a discussão pedagógica no âmbito da HFC. Outros trabalhos, como os de Costa (2013) e de Costa, Reis & Guerra (2011), defendem a necessidade de reformular o modo como certos campos acadêmicos são tratados atualmente em sala de aula, sendo conveniente a análise crítica, para fins científicos, de paralelos como os construídos por autores como Capra e Zohar. Em outros trabalhos, há uma afirmação da necessidade de abordar o tema, mas não especificamente por uma relevância ou capacidade de gerar interesse, como Machado (2017) e Machado & Cruz (2016) que afirmam que falta preparo e cuidado na formação de docentes para lidar com as diferentes apropriações não acadêmicas de termos e conceitos científicos. Cruz e Cruz (2009), com um raciocínio semelhante, afirmam que há indícios de falhas, ou ausências, na formação de licenciados e bacharéis sobre os fundamentos de FQ com os quais o misticismo quântico costuma lidar.

Uma postura mais aprofundada aparece no texto de Saito na defesa de que:

[...] parece mais razoável discutir, em sala de aula, temas que envolvam o conhecimento científico, seus usos e diferentes significados que podem ser adquiridos com a circulação no meio sociocultural – como o fenômeno cultural do misticismo quântico –, a fim de apresentar e formar visões e concepções

coletivas acerca destas questões baseadas na visão da Ciência, do que deixar que essas visões sejam formadas de forma individual ou por meio da participação de grupos e instituições cujas visões não sejam baseadas na Ciência (SAITO, 2019, p. 331).

Já o trabalho de Harrison (1979b) busca um meio de incluir um aspecto desse fenômeno cultural – no caso, o livro “O tao da física” (CAPRA, 1989) – como base na criação de um curso aberto à comunidade na *School of Continuing Studies* da Universidade de Toronto. A descrição do curso, como presente no artigo, informa que:

A visão científica ocidental sobre a natureza da realidade sofreu uma profunda reestruturação neste século. Essa revolução tem dois aspectos principais: as teorias da relatividade e da mecânica quântica. Este curso discutirá a nova visão de mundo trazida por essa revolução e investigará os notáveis paralelos entre esses conceitos da física moderna e as ideias básicas do misticismo oriental. [...] Os tópicos a serem discutidos incluem a natureza do espaço e do tempo, simetria, a equivalência massa-energia, curvatura do espaço, buracos negros, o princípio da incerteza, o efeito do observador sobre o observado, a dualidade onda-partícula e outros "koans" modernos. A principal fonte será Capra, O Tao da Física; outras leituras incluirão Toben, Space-Time e Beyond; e Barnett, The Universe e Dr. Einstein. (HARRISON, 1979b, p. 779)

Com essas descrições dos trabalhos da literatura revisada, buscamos ilustrar como as implicações para a Educação em Ciências dos trabalhos apresentam divergências singulares. Entre os trabalhos com implicações, a maioria defende que se deve abordar o tema em sala de aula (especialmente a partir de discussões sobre NdC) ao invés de ignorá-lo. Entretanto, destacam a lacuna na formação acadêmica de licenciados e bacharéis para lidar com o tema, especialmente pela falta de conhecimento sobre os conceitos de FQ costumeiramente vinculados com o misticismo quântico.

2.5. Síntese do conhecimento e argumentos finais

Como síntese de nossa investigação da literatura da área de Ensino sobre o misticismo quântico que foi resultado de nossas tentativas de responder às questões de pesquisa apresentadas na seção 2.1 e feita com base nos princípios de uma revisão integrativa discutidos na seção 2.2, destacamos que, seguindo uma seleção de trabalhos como a apresentada na seção 2.3, é possível definir um conjunto seletivo de categorias de discussão que permeiam os trabalhos consultados, como apresentado na seção 2.4.

Na subseção 2.4.1, buscamos demonstrar como há uma notória diferença entre as tentativas de definir o misticismo quântico nos trabalhos da literatura selecionada.

Algumas definições vinculam o misticismo quântico com diversas ideias e teses sobre a consciência, mente ou subjetividade no âmbito da Física Quântica (FQ), outras definições afirmam que o misticismo quântico é a conexão explícita de fundamentos de FQ a elementos religiosos, espirituais ou a filosofias orientais e, por fim, há também definições que vinculam o tema diretamente à pseudociência, paranormalidade e apropriações de termos e conceitos científicos. Destacamos que, em geral, as definições se sobrepõem, se hibridizam, e não tratam exclusivamente dos temas que diferenciam esses três conjuntos.

Na subseção 2.4.2, apresentamos uma análise dos quadros teórico-metodológicos dos trabalhos da literatura revisada e notamos que estes foram feitos, majoritariamente, a partir de abordagens histórico-epistemológicas ou filosófico-axiomáticas. Entretanto, apesar de haver características compartilhadas por uma maioria, a diversidade entre as abordagens dos trabalhos é evidente e acreditamos que deva ser mantida em pesquisas da área de Ensino.

Quanto aos posicionamentos dos trabalhos em relação ao misticismo quântico, abordados na subseção 2.4.3, identificamos que eles estão divididos quase igualmente entre favoráveis, neutros e desfavoráveis. Há, claramente, uma quantidade levemente maior de posicionamentos desfavoráveis a comparações entre (ou discussões sobre) teses místicas e teorias físicas, mas nada que comprometa essa outra forma de diversidade encontrada na literatura revisada.

Sobre as implicações para a Educação em Ciências, discutidas na subseção 2.4.4, observamos que claramente há um reconhecimento da importância de discutir assuntos relacionados à Natureza da Ciência e à FQ em sala de aula. Entretanto, mesmo ao restringirmos nossa pesquisa à área de Ensino, não são muitos os trabalhos que se aprofundam nos desafios dessa discussão e os trabalhos que a fazem não são necessariamente bem sucedidos em evitar divergências.

Defendemos que um consenso² (ou, ao menos, uma proposta concreta de caracterização) sobre o que realmente é o fenômeno cultural do misticismo quântico seria benéfico ao Ensino de Física, à Educação em Ciências e às pesquisas nestas áreas; seja para afastar o tema das salas de aula ou para abordar discussões sobre suas controvérsias com criticidade em qualquer contexto educacional ou acadêmico. Isto, é claro, seria ainda mais benéfico se feito com o cuidado de (1) manter a diversidade de abordagens

² No presente trabalho, referimo-nos a consenso como uma simples concordância ou convergência de opiniões, não necessariamente como um consenso científico plenamente estabelecido e sem profundas objeções de membros da comunidade acadêmica.

encontrada na literatura já existente sobre o assunto e (2) tratar explicitamente sobre consequências concretas para os mais diversos contextos educacionais. Com esses cuidados torna-se possível tratar o tema com seriedade, mas sem alarde; reconhecendo que fenômenos culturais como o misticismo quântico só são verdadeiros problemas em contextos e momentos específicos. Nem todo ambiente escolar será um espaço adequado para dialogar com ou sobre o fenômeno por simplesmente ser irrelevante em comparação com outras pautas e demandas educacionais locais, principalmente considerando que abordagens histórico-epistemológicas, como a grande parte da literatura tende a se enquadrar, exigem considerável familiaridade com História e Filosofia da Ciência.

2.6. Referências

ALMEIDA, M. C. A lógica do sobrenatural - as etnológicas das sociedades primitivas: magia, religiões, deuses e mitos. Curitiba: Edição do Autor, 2018.

BURWELL, J. *Quantum language and the migration of scientific concepts*. Cambridge: The MIT Press, 2018.

CAPRA, F. Bootstrap and Buddhism. *American Journal of Physics*, v. 42, n. 1, p. 15–19, 1974.

CAPRA, F. *O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental*. Lisboa: Editorial Presença, 1989.

COSTA, T. T. A apropriação do termo quântico: de que forma a física moderna e contemporânea é divulgada por outras áreas de conhecimento. Dissertação de mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2013.

COSTA, T. T. et al. A apropriação do termo “quântico”: utilizando a Natureza da Ciência para desmistificar a visão pseudocientífica da mecânica quântica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Atas...*Campinas, 2011.

CRUZ, F. F. S.; CRUZ, S. M. S. C. S. Pode o ambiente cultural e social definir o conteúdo escolar de Física: o caso da Mecânica Quântica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis, 2009.

ESBENSHADE, D. H. Relating mystical concepts to those of physics: Some concerns. *American Journal of Physics*, v. 50, n. 3, p. 224–228, 1982.

FREIRE JR., O. et al. (Eds.) *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

GEORGIEV, D. D. Falsifications on Hameroff-Penrose Orch OR model of consciousness and novel avenues for development of quantum mind theory. *NeuroQuantology*, v. 5, n. 1, p. 145–174, 2007.

GONÇALVES, P. N. Espiritualidade quântica? Consciência, religião e ciência no pensamento de Amit Goswami. Dissertação de mestrado em Ciências da Religião – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

GUERRIERO, S.; STERN, F. L. Concepções de energia na Nova Era: o caso da naturologia brasileira. *Caminhos*, v. 15, n. 1, p. 4, 2017.

HARRISON, D. Teaching The Tao of Physics. *American Journal of Physics*, v. 47, n. 9, p. 779–783, 1979. a.

HARRISON, D. What you see is what you get! *American Journal of Physics*, v. 47, n. 7, p. 576–582, 1979. b.

HEISENBERG, W. The physical content of quantum kinematics and mechanics. In: Wheeler, J. A.; Zurek, W. H. (Eds.). *Quantum theory and measurement*. Princeton: Princeton University Press, 1983. p. 62–83.

KARAM, R. Why are complex numbers needed in quantum mechanics? Some answers for the introductory level. *American Journal of Physics*, v. 88, n. 1, p. 39–45, 2019.

KARAM, R. Schrödinger's original struggles with a complex wave function. *American Journal of Physics*, v. 88, n. 6, p. 433–438, 2020.

LIMA, J. H. G. *Circulação da ciência: relações entre o discurso referente à ciência e o discurso de autoajuda*. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MACHADO, S. S. L. *Implicações culturais da teoria quântica: caminhos metafóricos e as apropriações indébitas*. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MACHADO, S. S. L. S. L.; CRUZ, F. F. S. A teoria quântica e a apropriação do conhecimento científico: o uso da história e filosofia da ciência pelos misticismos. In: VÁSQUEZ, M. F.; CAPONI, S.; SILVA, M. R. B. (Eds.) *Anais do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. p. 321–337.

MARIN, J. M. “Mysticism” in quantum mechanics: the forgotten controversy. *European Journal of Physics*, v. 30, n. 4, p. 807–822, 2009.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. O ‘misticismo quântico’ em livros publicados em inglês. In: COLÓQUIO ULBRA DE EXTENSÃO, PESQUISA E ENSINO, 3., 2017. a., Canoas. *Anais...* Canoas, 2017. a.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com Ciência de Dados. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, p. 725–744, 2017. b.

OLIVEIRA, M. L. *Desvios de conceitos da teoria quântica pela bricolagem de não cientistas*. Dissertação de mestrado em Divulgação Científica e Cultural – Universidade de Campinas, Campinas, 2018.

PAURA, R. le quattro stagioni del misticismo quantistico. *Scienza&Filosofia*, n. 20, 2018.

PERALTA, R. Hermenéutica, metempsicosis y la física cuántica. *Ensayo*, v. 19, n. 3, p. 258–260, 2012.

PESSOA JR., O. Interferometria, interpretação e intuição: uma introdução conceitual à Física Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 27–48, 1997.

PESSOA JR., O. O sujeito na física quântica. In: OLIVEIRA, E. C. (Ed.) *Epistemologia, lógica e filosofia da linguagem: ensaios de filosofia contemporânea*. Feira de Santana: Núcleo de Estudos Filosóficos – UEFS, 2001. p. 157–96.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR., O. et al. (Eds.) *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 281–302.

PIGOZZO, D.; LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. A filosofia sistêmica de Fritjof Capra: Um olhar ecológico para a Física e para o Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 704-734, 2019.

SAITO, M. T. *A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências*. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SANTOS, F. M.; PESSOA JR., O. Delineando o problema da medição na mecânica quântica: o debate de Margenau e Wigner versus Putnam. *Scientiae Studia*, v. 9, n. 3, p. 625–644, 2012.

SCERRI, E. R. Eastern mysticism and the alleged parallels with physics. *American Journal of Physics*, v. 57, n. 8, p. 687–692, 1989.

ZUKAV, G. *The dancing wu li masters: an overview of the new physics*. New York: Bantam Books, 1979.

3. DISPOSITIVO ANALÍTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA DO MISTICISMO QUÂNTICO³

Resumo: Muitos discursos não científicos, e até mesmo anticientíficos, têm predominado na sociedade e, como pesquisadores da área de Ensino de Física, é importante entendermos esses fenômenos para pensar em estratégias que favoreçam formas adequadas de divulgação e educação científica. Para aprofundar os debates sobre o fenômeno conhecido como “misticismo quântico”, o presente artigo apresenta uma caracterização epistemológica com fundamentação teórica na visão de Max Jammer sobre a Tese da Interpretação Parcial. De modo complementar à caracterização, discutimos uma seleção de exemplos capazes de consolidar o entendimento das categorias epistemológicas propostas. Por fim, realizamos nossas considerações finais de modo a reforçar a relevância da proposta.

Palavras-chave: misticismo quântico, física quântica, epistemologia, tese da interpretação parcial.

Abstract: Many non-scientific discourses, and even anti-scientific ones, predominate in society and, as researchers in Science Education, it is important to understand these phenomena in order to think of strategies that hold up to appropriate forms of scientific communication and scientific education. To amplify the debates about the phenomenon known as “quantum mysticism”, this article brings forward an epistemological characterization of this phenomenon theoretically based on the Max Jammer’s presentation for the Partial Interpretation Thesis. Complementary to the characterization, we discuss a selection of examples capable of consolidating the understanding of the proposed epistemological categories. In the end, we make our final considerations to reinforce the proposal’s relevancy.

Keywords: quantum mysticism, quantum physics, epistemology, partial interpretation thesis.

3.1. Introdução

Atualmente, há diversos fenômenos que mobilizam reações da comunidade acadêmica, como o terraplanismo, o geocentrismo, o movimento antivacina, entre outros;

³ Uma versão reduzida da presente seção foi submetida e apresentada no XVIII EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física).

fenômenos que causam consequências concretas na sociedade e que dificilmente se proliferariam sem a utilização de estratégias de desinformação e desonestidade intelectual. Para a comunidade da área de Física, há um fenômeno em especial que gera mobilização: o misticismo quântico, um fenômeno conhecido por correlacionar os fundamentos de Física Quântica (FQ) a conhecimentos alternativos, místicos ou esotéricos, de formas frequentemente descuidadas e absurdas. Apesar de hoje em dia ser muito associado a um paradigma alternativo, e problemático, de saúde (termos e práticas de “saúde quântica” já são comuns em notícias e em nomes de eventos), o misticismo quântico ainda é especialmente associado a figuras como Fritjof Capra, Deepak Chopra e Amit Goswami.

O alcance e o merecimento da alcunha de “fenômeno” podem ser demonstrados pelas inúmeras reedições de livros como “*The tao of physics: an exploration of the parallels between modern physics and eastern mysticism*”⁴ e pelo sucesso comercial de “*What the #\$*! do we know!?*”⁵ e “*The secret*”⁶, dois produtos culturais que usam e abusam de ideias que permeiam as obras de Deepak Chopra e Amit Goswami, e até mesmo de Fred Alan Wolf, uma figura fortemente relacionada ao misticismo quântico na década de 1980.

Entretanto, estudos sugerem que ideias esotéricas, místicas e não ortodoxas estão presentes na gênese de diversas teorias científicas⁷. No caso da FQ, ideias assim teriam inspirado até mesmo os escritos de Wolfgang Pauli e Niels Bohr (BURWELL, 2018; MARIN, 2009; PAURA, 2018; SAITO, 2019). Mesmo sendo considerado um fenômeno longo, não há uma definição realmente bem elaborada de “misticismo quântico” e existem poucas tentativas de tentar delinear ou descrever o fenômeno de modo mais estruturado (PAURA, 2018; PESSOA JR., 2011; SAITO, 2019).

O objetivo deste trabalho teórico é aprofundar as discussões filosóficas sobre o misticismo quântico com base na questão “como caracterizar epistemologicamente o misticismo quântico e as diversas ideias a ele associadas?”. Esse trabalho se justifica por

⁴ Livro escrito por Fritjof Capra e publicado originalmente em 1975 que já está em sua quinta edição em inglês (sem contar reimpressões) e em sua 28ª edição em português.

⁵ Mais de US\$ 10 milhões de bilheteria desde a época de seu lançamento. Informação disponível em: <https://www.the-numbers.com/movie/Secret-The>. Acesso em 14 de fevereiro de 2020.

⁶ Mais de US\$ 300 milhões de lucro. Informação disponível em: https://www.forbes.com/2009/01/15/self-help-industry-ent-sales-cx_ml_0115selfhelp.html. Acesso em 14 de fevereiro de 2020.

⁷ Devido ao escopo do evento e ao limite de páginas, não elaboramos extensos comentários sobre a revisão de literatura que foi feita para fundamentar a discussão proposta, mas diversos dos trabalhos da literatura revisada são cuidadosamente referenciados durante o texto.

explorar a circulação e divulgação dos fundamentos de FQ fora do âmbito acadêmico de forma que possam ser compreendidos e discutidos por docentes e discentes em reflexões sobre a construção, socialização e relevância cultural do conhecimento científico. Além disso, buscamos a possibilidade de contribuir com o aprofundamento das discussões sobre um dos problemas fundamentais da Epistemologia que o misticismo quântico traz à tona, o problema da demarcação, ou seja, a questão de como demarcar o que é conhecimento científico.

3.2. Referencial Teórico: Tese da Interpretação Parcial

Nesta seção, buscamos apresentar brevemente a Tese da Interpretação Parcial (TIP) na perspectiva de Max Jammer. Para isso, focamos a discussão em conceitos e termos tais como formalismo abstrato, regras de correspondência e interpretação.

A TIP pode ser entendida como a cosmovisão compartilhada por diversos defensores do empiricismo lógico utilizada para analisar a natureza empírica de teorias científicas, de termos metafísicos e conceitos teóricos (ACHINSTEIN, 1963; ENGLISH, 1978; JAMMER, 1974). Isto porque, para analisar os aspectos filosóficos de qualquer teoria ou conjunto de saberes, é importante discutir não apenas seus formalismos e termos básicos, mas também é preciso compreender como se dá o ato de interpretá-los. Como apontando anteriormente, reconhecemos as inspirações lógico-empiristas de tal tese e, portanto, suas limitações, mas também a defendemos com uma postura epistemológica crítica e inclusiva já que a TIP é amplamente reconhecida, assim como a Teoria da Metáfora Conceitual referenciada por Burwell (2018), como uma ferramenta teórica apropriada para estudos que buscam compreender o desenvolvimento conceitual e filosófico do trabalho científico.

No presente trabalho, valemo-nos especificamente da visão de Max Jammer (1974) sobre a Tese da Interpretação Parcial, pois sua perspectiva foi elaborada e utilizada justamente para abordar a Física Quântica e seus fundamentos. A partir dela, podemos afirmar que a descrição básica de uma teoria (T) pode ser feita através de seus componentes descritivos:

- “F” (ou “formalismo abstrato”) é o componente que representa a estrutura lógica de T e suas definições, leis e cálculos de caráter dedutivo organizados a partir de axiomas, sem pleno significado empírico e com termos descritivos não lógicos como, por exemplo, “átomo” e “vetor de estado” (JAMMER, 1974, p. 10). No âmbito da FQ, podemos citar

como exemplos de formalismos abstratos a mecânica matricial (de Werner Heisenberg, Max Born e Pascual Jordan) e a mecânica ondulatória (de Erwin Schrödinger).

- “R” (ou “regras de correspondência”) é o componente que correlaciona os termos não lógicos e as fórmulas abstratas de F com fenômenos observáveis, operações ou leis empíricas (JAMMER, 1974, p. 10). Entre os fundamentos de FQ, a lei de Born e os axiomas de Paul Dirac e John von Neumann podem ser considerados como bons exemplos, pois ambos buscam associar descritores abstratos e formulações matemáticas a termos empíricos ou fenômenos mensuráveis.

- “I” (ou “interpretação”) é o conjunto de teses que se agregam à T sem impactar profundamente as previsões empíricas ou as explicações sobre resultados experimentais já adquiridos (JAMMER, 1974, p. 11). Se uma tese estabelece uma nova previsão experimental ou a necessidade de se alterar uma previsão, é possível afirmar que assim se configurou uma nova interpretação ou até mesmo uma nova teoria física (PESSOA JR., 2003, p. 4–5).

Uma descrição de teorias científicas pode não se resumir a esses componentes e explorar outros tais como os sistemas de representações que facilitam a busca por princípios explanatórios, ou seja, os modelos (M) ou as interpretações parciais do formalismo abstrato através das regras de correspondência (F_R). Entretanto, como nosso objetivo é propor um conjunto robusto de categorias que em nosso entendimento são capazes de representar como um fenômeno como o misticismo quântico pode ser caracterizado através de uma análise capaz de também descrever certos aspectos da teoria física representada pela FQ, os três componentes que destacamos previamente fornecem uma fundamentação adequada.

3.3. Proposta de um dispositivo analítico para a caracterização epistemológica do fenômeno cultural do misticismo quântico

Propomos caracterizar o fenômeno cultural do misticismo quântico em quatro categorias epistemológicas cujas definições são embasadas nos elementos descritivos de teorias físicas segundo a visão de Jammer para a TIP. Isto é, nossas categorias utilizam e amplificam, de modo rigoroso e focalizado, os conceitos e termos da TIP de forma a podermos utilizá-los para descrever não apenas uma teoria física, mas também o fenômeno cultural em questão e identificar o quanto os trabalhos relacionados a ele realmente se aproximam ou se distanciam da FQ. Na Figura 1, introduzimos as categorias pelo seu grau de distanciamento de uma teoria (física) original, da menor (1) à maior (4)

possibilidade de distanciamento. A seguir, apresentamos cada uma delas com mais detalhes, justificando a possibilidade de distanciamento e explorando exemplificações.

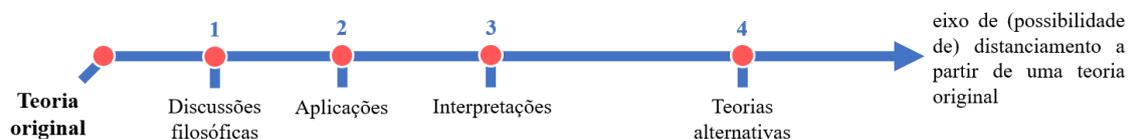


Figura 1 - Graus de possibilidade de distanciamento de categorias da caracterização epistemológica.

3.3.1. Discussões filosóficas

As *discussões filosóficas* são aqueles trabalhos de filosofia especulativa ou análises teóricas sobre as origens, bases filosóficas e consequências empíricas dos componentes descritivos (F e R) e interpretações (I), mas sem alterá-los, apenas correlacionando-os ou construindo hipóteses sobre eles. Em discussões filosóficas, pode-se analisar, por exemplo, aproximações e distanciamentos entre as hipóteses da Interpretação de Copenhague e as teses de alguma visão filosófica específica, examinando o plano de fundo das teorias e buscando uma argumentação que apenas apresenta, sem alterações, os componentes da teoria. Pode-se, também, realizar análises mais sucintas e específicas de elementos de um domínio conceitual (de uma teoria física e/ou seus componentes) em termos de elementos de outro domínio conceitual com base em comparações e paralelismos. Essa categoria não possui grande possibilidade de distanciamento da teoria original pelo seu baixíssimo poder de modificação de uma teoria física e seus componentes descritivos.

Um exemplo bastante pertinente é o livro “O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental” de Fritjof Capra (1989, originalmente publicado em 1975). Apesar de polêmica, a obra é bastante clara, e até humilde, no exercício intelectual no qual se debruça. Nas seções em que trata propriamente de fundamentos de FQ, há passagens que nos dias atuais poderiam ser descritas como didaticamente antiquadas – apesar de praticamente inéditas – e alguns raciocínios e argumentos contestáveis, mas seus erros conceituais não são completamente infundados ou condenáveis se considerarmos o estado do conhecimento e da divulgação científica à época. O livro é dividido em três partes principais: uma análise do domínio conceitual da FQ, uma análise do domínio conceitual do que o autor chama de “misticismo oriental” e, por fim, como a síntese de um par tese-antítese, há a construção de paralelismos entre os dois domínios, caracterizando uma das possibilidades de análise

que a categoria de *discussões filosóficas* descreve. Em sua proposta e execução, “O tao da física” é essencialmente um trabalho de filosofia especulativa e um convite para a elaboração de uma moldura filosófica capaz de comportar algumas das tantas inquietações que a FQ gera em seus pesquisadores (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019).

Um exemplo adicional, apesar de mais atípico, é a produção literária de Sir Arthur Eddington na década de 1920, principalmente “*Space, time and gravitation*” (1958, originalmente publicado em 1920) e “*Science and the unseen world*” (1929). Seus livros, apesar de serem mais adequadamente descritos como livros didáticos ou de divulgação científica à moda da época, são caracterizados por pesquisadores como Marin (2009) e Paura (2018) – os quais associam Eddington, de maneira bastante significativa, à gênese do fenômeno cultural em questão – de formas que se enquadram excepcionalmente bem na categoria epistemológica de discussões filosóficas. Isto porque Eddington permeia seus livros com reflexões teóricas pouco ortodoxas, associando o “novo indeterminismo” da FQ ao livre arbítrio (uma associação autoral bastante conhecida), ou refletindo sobre um tipo de “conteúdo desconhecido” da realidade natural e do “mundo físico” que estaria relacionado à consciência humana. É necessário, entretanto, apontar que suas reflexões mais singulares são relativamente sucintas e não se estendem longamente em seus livros, ou seja, elas não representam acuradamente a totalidade do conteúdo de suas obras. Apesar disso, são reflexões escritas com a intenção de confrontar o leitor com elementos de filosofia especulativa e com menções às bases filosóficas do conhecimento científico com o qual está lidando.

3.3.2. Aplicações

As *aplicações* são essencialmente *utilizações* do formalismo abstrato (F) e das regras de correspondência (R), para tentar resolver problemas físicos reais ou para *avaliar* teses e hipóteses agregadas à teoria. Trabalhos que se configuram como *aplicações* buscam evitar alterações dos elementos da teoria física original, mas eventualmente preveem resultados que podem acabar não sendo corroborados ou coincidindo com teses ou testes experimentais da teoria e, portanto, nessa categoria há uma possibilidade um pouco maior de distanciamento.

Como exemplo da categoria epistemológica de aplicações, podemos mencionar os trabalhos da parceria intelectual entre Roger Penrose e Stuart Hameroff. As hipóteses desses pesquisadores envolvem um modelo de “redução objetiva” orquestrada (Orch OR,

orchestrated objective reduction) que busca resolver, sem atribuir uma importância exagerada à existência de um observador, o problema da medição na FQ e envolvem, além disso, uma série de eventos físicos discretos que estariam relacionados à natureza material, biomolecular da consciência através de microtubos poliméricos estáveis com diâmetro na escala dos nanômetros e capazes de comportar fenômenos quânticos (HAMEROFF; PENROSE, 1996, 2014; PAURA, 2018). Na realidade, parte das ideias surgiram relativamente independentes na produção acadêmica e literária de Penrose dos anos de 1980 e 1990, enquanto contribuições de Hameroff ajudaram no melhor desenvolvimento de diversos dos argumentos biomoleculares (HAMEROFF, 2019; HAMEROFF; PENROSE, 2014; PAURA, 2018; PENROSE, 1991).

O que identificamos nas produções de Penrose e Hameroff é a busca pela resolução de problemas físicos reais (como a não atribuição de um papel determinante a um observador consciente no problema da medição e a atribuição de uma natureza biofísica à consciência) de forma coerente com o formalismo das teorias das quais eles se apropriam para discutir suas hipóteses e coerente também com outras propostas de arranjos experimentais. Como o conjunto de proposições que é, o modelo de Penrose e Hameroff se baseia em resultados experimentais já estabelecidos, mas tenta fazer novas previsões que, apesar das críticas e da falta de corroborações consistentes (GEORGIEV, 2007; PAURA, 2018; TEGMARK, 2000), ainda merecem reconhecimento pela formalidade de sua elaboração representando, como tentamos demonstrar, a base da categoria epistemológica de *aplicações*.

3.3.3. *Interpretações*

As *interpretações* (I), como já apresentadas, são os conjuntos de teses que se incorporam à teoria original sem impactar profundamente as previsões empíricas e que tentam explicar os significados de resultados experimentais com base nos componentes descritivos de T. As *interpretações* podem não se afastar de modo algum da teoria original assim como podem se distanciar em um grau considerável, dependendo do seu nível de fundamentação nos componentes descritivos da teoria física.

A categoria epistemológica de interpretações pode ser exemplificada, não de forma incontroversa, através da interpretação de Copenhague. Mesmo sendo reconhecida como a interpretação ortodoxa dos fundamentos de FQ, por vezes deixando pouco espaço para o livre debate e para o efetivo crescimento de outras visões, a interpretação de Copenhague não se consolidou sem causar polêmicas filosóficas que já foram associadas

a ideias alternativas, místicas e esotéricas que contribuiriam com a gênese do misticismo quântico⁸. Albert Einstein acusava-a, por vezes, de proliferar concepções místicas e também uma forma de “filosofia reconfortante” para a comunidade científica (MARIN, 2009).

Apesar de nunca terem recebido uma formulação autocontida e bem delimitada de seu criador e grande divulgador, Niels Bohr, a interpretação de Copenhague e o princípio da complementaridade⁹ se proliferaram inicialmente através de transcrições de palestras do físico dinamarquês e de seus artigos de caráter filosófico (BOHR, 1928, 1935, 1995). Posteriormente, a interpretação de Copenhague recebeu sólidas contribuições de diversos indivíduos como Werner Heisenberg, Born, Jordan e Dirac. Entretanto, é notório também que, no que tange Bohr e seus contribuidores mais próximos, quanto mais expandiam e extrapolavam o conceito de complementaridade, mais se aproximavam de diferentes domínios conceituais e cosmovisões filosóficas que nem sempre se integravam facilmente à Física (BOHR, 1995; JAMMER, 1974); fato que pode ter levado estudiosos como Marin (2009) e Paura (2018) a mencionar as polêmicas que a interpretação de Copenhague causou, associando-as parcialmente à gênese de ideias do misticismo quântico.

Por outro lado, em uma demarcação mais criteriosa, diversos trabalhos que abordam o modelo *Bootstrap*, como alguns escritos de Fritjof Capra, também poderiam enquadrados como *interpretações* porque tinham como objetivo propiciar uma alternativa teórica ao modelo quark que já viesse acompanhada de uma moldura filosófica diferenciada (CAPRA, 1974, 1989; KAISER, 2002).

3.3.4. Teorias alternativas

Na categoria com maior possibilidade de distanciamento da teoria original, estão as *teorias alternativas*, referindo-se a quaisquer conjuntos de formalismos abstratos (F), regras de correspondência (R) ou interpretações (I) que preveem novos resultados experimentais ou que explicam tais resultados mobilizando diferentes significados. Muitas vezes, as *teorias alternativas* estão relacionadas a interpretações “modificantes”

⁸ Não defendemos que a interpretação de Copenhague é uma manifestação do misticismo quântico, mas entendemos que uma análise de sua controversa história, que é pontualmente associada ao fenômeno por outros estudos (BURWELL, 2018; MARIN, 2009; PAURA, 2018), contribui com o entendimento da categoria epistemológica que propomos.

⁹ Um princípio que é amplamente associado à interpretação de Copenhague, apesar de existirem discussões sobre possíveis incompatibilidades entre ambos (GOMATAM, 2007), e que, neste trabalho, entendemos como uma “versão forte” da concepção de dualidade onda-partícula, assim como Pessoa Jr. (1997) o descreve.

que causam alterações ou omissões dos componentes da teoria original, o que justifica sua maior possibilidade de distanciamento.

Um exemplo dessa categoria é o par livro-filme “*The secret*”, ou “O segredo”, em português. O filme é uma produção de Drew Heriot, Paul Harrington e Rhonda Byrne enquanto o livro é creditado apenas à Rhonda Byrne. Ambos são baseados na “lei da atração”, uma crença do Movimento Novo Pensamento, e basicamente buscam demonstrar a pertinência, ou até a suposta veracidade, de afirmações metafísicas sobre pensamentos positivos e negativos. Isto é, *The secret* (BYRNE, 2006) é integralmente baseado em uma forma de teoria alternativa – e aqui, usamos “alternativa” em um duplo sentido, não apenas como uma variação não ortodoxa de ideias filosóficas, mas também como a aceitação de propriedades obscuras sem explicações empíricas ou racionais em ações humanas e na natureza em geral.

Epistemologicamente, uma das principais razões para caracterizar *The secret* e obras semelhantes como *teorias alternativas* é devido ao fato de tentarem criar previsões empíricas que a FQ não faz e que nunca possuiu o instrumentário teórico para fazer. Afirmações sobre como os pensamentos positivos podem alterar a realidade de forma direta e concreta demonstram que algumas teorias alternativas do misticismo quântico fazem previsões que não poderíamos derivar, por exemplo, dos axiomas de Dirac-von Neumann ou de qualquer outro elemento teórico da FQ.

3.3. Considerações finais

Neste trabalho, buscamos apresentar algumas reflexões que podem favorecer a compreensão dos processos de circulação e divulgação de conhecimentos científicos, especificamente da Física Quântica (FQ), e que podem ajudar a construir uma sociedade mais crítica e mais bem preparada para lidar com fenômenos como o misticismo quântico. Discussões epistemológicas, especialmente aquelas que se aprofundam nos fundamentos de FQ, podem contribuir para um maior entendimento de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em geral; algo que acreditamos ter um valor pedagógico inigualável.

Quanto ao dispositivo analítico apresentado, sua utilidade pode ser demonstrada, para além das exemplificações, em análises mais gerais. Por exemplo, os famosos debates filosóficos entre 1920 e 1960 entre os grandes cientistas da época podem ser descritos, em nossa proposta, apenas como discussões filosóficas, aplicações ou interpretações da Física Quântica e, se de alguma forma tentarmos relacioná-los ao misticismo quântico, deveria ser somente de forma tangencial. Isto é, defendemos que análises sobre as ideias

e os debates formais que estão na gênese da Física Quântica não podem ser profundamente associadas ao misticismo quântico, ou pelo menos não às manifestações atuais desse fenômeno cultural. Considerando isso, nossas reflexões apresentadas na descrição das categorias epistemológicas podem ajudar a diferenciar *interpretações acadêmicas*, como a Interpretação de Copenhagen, de *teorias alternativas*, como as da obra *The secret*, através do instrumental teórico-conceitual da visão de Max Jammer sobre a Tese da Interpretação Parcial.

Defendemos que discussões que estavam na gênese da Física Quântica e que foram muito importantes para seu desenvolvimento, como a consideração de um papel da consciência em um sistema quântico, não podem ser associadas direta e ingenuamente a premissas do misticismo quântico. Acreditamos que nosso trabalho demonstra que os indivíduos e as discussões do início do século XX, mesmo que possam ser considerados como imersos em concepções minimamente alternativas e excêntricas, não compartilham características significativas com as teorias alternativas que tanto têm sido associadas ao fenômeno em questão. O que efetivamente pode ser associado ao misticismo quântico devem ser as obras que, por conclusão de análise, representam uma completa reestruturação ou substituição das bases da teoria científica a qual se referem e que construam comparações tão dispersas quanto descuidadas; obras as quais poderíamos classificar como teorias alternativas e que não devem ser confundidas com discussões filosóficas legítimas que não compartilham das mesmas características.

3.4. Referências

ACHINSTEIN, P. Theoretical Terms and Partial Interpretation. **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 14, n. 54, p. 89–105, 1963.

BOHR, N. The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. **Nature**, v. 121, n. 3050, p. 580–590, 1928.

BOHR, N. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? **Physical Review**, v. 48, n. 8, p. 696–702, 1935.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BURWELL, J. **Quantum language and the migration of scientific concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

BYRNE, R. **The secret**. New York: Atria Books, 2006.

CAPRA, F. **O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Lisboa: Editorial Presença, 1989.

EDDINGTON, A. **Science and the unseen world**. London: Allen & Unwin, 1929.

EDDINGTON, A. **Space, time, and gravitation: an outline of the general relativity theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

ENGLISH, J. Partial Interpretation and Meaning Change. **The Journal of Philosophy**, v. 75, n. 2, p. 57, 1978.

GEORGIEV, D. D. Falsifications on Hameroff-Penrose Orch OR model of consciousness and novel avenues for development of quantum mind theory. **NeuroQuantology**, v. 5, n. 1, p. 145–174, 2007.

GOMATAM, R. Niels Bohr's Interpretation and the Copenhagen Interpretation—Are the Two Incompatible? **Philosophy of Science**, v. 74, n. 5, p. 736–748, 2007.

HAMEROFF, S. Consciousness and Quantum State Reduction—Which Comes First? **Activitas Nervosa Superior**, v. 61, n. 1–2, p. 31–40, 2019.

HAMEROFF, S.; PENROSE, R. Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 40, n. 3–4, p. 453–480, 1996.

HAMEROFF, S.; PENROSE, R. Consciousness in the universe: A review of the “Orch OR” theory. **Physics of Life Reviews**, v. 11, n. 1, p. 39–78, 2014.

JAMMER, M. **The philosophy of Quantum Mechanics: the interpretations of quantum mechanics in historical perspective**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1974.

KAISER, D. Nuclear democracy: Political engagement, pedagogical reform, and particle physics in postwar America. **Isis**, v. 93, n. 2, p. 229–268, 2002.

MARIN, J. M. “Mysticism” in quantum mechanics: The forgotten controversy. **European Journal of Physics**, v. 30, n. 4, p. 807–822, 2009.

PAURA, R. le quattro stagioni del misticismo quantistico. **Scienza&Filosofia**, n. 20, 2018.

PENROSE, R. **The emperor's new mind: concerning computers, minds, and the laws of physics**. New York: Penguin Books, 1991.

PESSOA JR., O. Interferometria, Interpretação e Intuição: uma Introdução Conceitual à Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 27–48, 1997.

PESSOA JR., O. **Conceitos de Física Quântica: Volume 1**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR., O. et al. (Eds.) **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 281–302.

PIGOZZO, D.; LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. A filosofia sistêmica de Fritjof Capra: Um olhar ecológico para a Física e para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 704-734, 2019.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências**. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

TEGMARK, M. Importance of quantum decoherence in brain processes. **Physical Review E**, v. 61, n. 4, p. 4194–4206, 2000.

4. PROBLEMAS DO DISCURSO DE DEEPAK CHOPRA: UMA ANÁLISE METALINGUÍSTICA DE “A CURA QUÂNTICA”¹⁰

Resumo: Neste artigo, nosso objetivo é contribuir para o debate sobre o misticismo quântico, explorando aspectos discursivos que permeiam um enunciado com tal tema. Para tanto, realizamos uma análise metalinguística do livro *A cura quântica* de Deepak Chopra, com base na filosofia da linguagem do Círculo de Bakhtin. Investigamos não apenas as estratégias argumentativas do autor, mas também conectamos os elementos constitutivos desse enunciado (tema, estrutura e estilo) com seu contexto de produção e publicação. A partir da análise reconhecemos a incoerência de Chopra ao sintetizar visões de mundo místicas e alternativas e uma visão de mundo científica repleta de metáforas inconsistentes e graves contradições, mas destacando como o autor conseguiu influenciar o modo como conceitos relacionados à Física Quântica são mobilizados fora do contexto acadêmico.

Palavras-chave: misticismo quântico, física quântica, metalinguística, Bakhtin.

Abstract: In this article, our objective is to make some contributions to the debate around the “quantum mysticism” phenomenon, exploring discursive aspects that permeate an utterance with this kind of theme. To this end, we bring forth an analysis of the book *Quantum healing* by Deepak Chopra, based on the philosophy of the Bakhtin Circle. We investigate not only the author’s argumentative strategies, but we also connect the constituent elements of this utterance (theme, structure and style) with its context of publication, production and reception. We end our arguments recognizing the incoherence that Chopra demonstrates with his intertwining of mystical and alternative conceptions with a scientific worldview, while uttering inconsistent metaphors and serious contradictions, but we also highlight that the author was able to influence the way in which concepts related to Quantum Physics circulate outside the academia.

Keywords: quantum mysticism; quantum physics; metalinguistics, Bakhtin.

4.1. Introdução

O interesse por Física Quântica (FQ) e seus entrelaçamentos com assuntos como misticismo, “filosofias orientais” e medicina alternativa têm sido pautado por diversos

¹⁰ Uma versão levemente modificada da presente seção foi avaliada e aceita para publicação pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física em abril de 2021.

trabalhos de pesquisa acadêmica; muitos deles devotados à análise histórica e epistemológica desse fenômeno que pode ser denominado “fenômeno cultural do misticismo quântico” (PAURA, 2018; PESSOA JR., 2011; SAITO, 2019). No Caderno Brasileiro de Ensino de Física, a título de exemplo, foram publicados dois trabalhos recentes que investigam aspectos relacionados ao fenômeno de diferentes maneiras; trabalhos a cujas discussões pretendemos dar continuidade (MOURA; SANTOS, 2017; PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019).

Para ilustrar o alcance desse “fenômeno cultural”, basta colocar no buscador do *Google* termos como *cura quântica* e *saúde quântica* para observar que o número de resultados é relativamente semelhante ao apresentado quando a busca é pelos termos *mecânica quântica* e *física quântica*¹¹. Em buscas com os mesmos termos em inglês, os resultados também são notáveis¹². Portanto, é razoável afirmar que a quantidade de páginas que tratam de temas relacionados a concepções místicas¹³ sobre conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é praticamente da mesma ordem de grandeza do número de páginas que trazem o termo Física Quântica.

Na Educação em Ciências e na divulgação científica, o tema já foi associado ao desenvolvimento de concepções alternativas e entendimentos equivocados sobre FQ, mas que são amplamente compartilhados entre diversos grupos sociais. Dificuldades e incompreensões que causam grandes afastamentos entre como a FQ é compreendida pela sociedade em geral e como ela fundamenta diversos consensos científicos contemporâneos são frequentemente destacados como parte de um conjunto de obstáculos a serem superados no processo de ensino-aprendizagem de FMC nos mais diversos espaços educacionais (CUESTA-BELTRÁN, 2018; GRECA; FREIRE, 2014; HILGER; MOREIRA, 2012; HILGER; MOREIRA; DA SILVEIRA, 2009; PEREIRA; OSTERMANN, 2009).

Associações semelhantes também são frequentemente feitas em relação a indivíduos como Deepak Chopra, criador do conceito de “cura quântica” e ao fenômeno

¹¹ Aproximadamente, 1.140.000 resultados para cura quântica, 3.190.000 resultados para saúde quântica, 1.240.000 resultados para mecânica quântica e 3.230.000 resultados para física quântica. Acesso em 20 de maio de 2020.

¹² Aproximadamente, 23.000.000 resultados para *quantum healing*, 261.000.000 resultados para *quantum health*, 150.000.000 resultados para *quantum mechanics* e 219.000.000 resultados para *quantum physics*. Acesso em 20 de maio de 2020.

¹³ O tema também é amplamente associado, em artigos e textos acadêmicos, a termos como pseudociência, charlatanismo, esoterismo, oportunismo, negacionismo (histórico e científico), entre outros.

cultural que ele representa. Na mídia tradicional e na independente, textos que tratam sobre as obras, os eventos e a vida de Chopra são escritos tanto de formas relativamente simplistas e ingenuamente favoráveis ao tema, quanto de formas agressivas e depreciativas (ALMEIDA, 1999; INDIATODAY.IN, 2015; LANG, 2000; PLAIT, 2009). No contexto da produção acadêmica especializada, as abordagens dos trabalhos que tratam sobre o tema também são consideravelmente diversas, mas frequentemente mais analíticas, ponderadas e aprofundadas (BAER, 2003; MOURA; SANTOS, 2017; PESSOA JR., 2011; WARRIER, 2019).

As reações à obra de Chopra se popularizaram a partir dos anos de 1990, na época de publicação do livro “*Ageless body, timeless mind: the quantum alternative to growing old*” (1993), quando ele participou do programa de televisão de Oprah Winfrey; acontecimento que o inseriu definitivamente no imaginário popular. Segundo Paul A. Offit (2013), 137 mil cópias do livro foram vendidas nas 24 horas seguintes. Desde então, críticos a Chopra e à sua obra questionam a responsabilidade de seus atos e acusam-no de mentiras e oportunismo (PLAIT, 2009; WHEEN, 2004). Apesar do enriquecimento “acelerado” de Chopra em diferentes períodos, os atos polêmicos do autor nunca envolveram um caso de justiça fundamentado em irregularidades financeiras sistêmicas ou enriquecimento ilícito, mas já envolveram a omissão de interesses financeiros na publicação de um artigo em um periódico científico renomado, o estabelecimento de atendimentos particulares sem licença médica e, além disso, práticas hostis em ações judiciais contra jornais, revistas, periódicos e tabloides (NY TIMES, 1996).

Independentemente das ações praticadas por Chopra e de outros representantes deste movimento que ainda cresce por todo o mundo (DOERING-MANTEUFFEL, 2011), neste trabalho estamos especialmente interessados em entender a natureza do enunciado de Chopra e os elementos constitutivos de seu discurso. Isto é, reconhecendo que muitas pessoas são introduzidas a uma suposta visão de Física Quântica através dos livros do Deepak Chopra e de ideias que ele ajudou a criar ou disseminar, é importante investigar profundamente esse enunciado, explicitando suas características composicionais e estilísticas, seus compromissos teóricos e filosóficos, a que outros enunciados ele responde, como ele se relaciona com os enunciados seminais da Física, que novos enunciados ele suscita, e como ele se relaciona de uma forma mais geral, com a sociedade e com a cultura. Defendemos que tal investigação nos dará subsídios para entender melhor o fenômeno cultural do misticismo quântico, a difusão de seus conceitos

na sociedade, bem como refletir sobre como o ensino formal de ciências pode se organizar para debater explicitamente os problemas levantados por tal literatura.

Analisar como Chopra interpreta (e discursa sobre) Física Quântica gera diversos desdobramentos específicos para a Educação em Ciências. Isto porque, se temos como objetivo a superação de quaisquer tipos de “concepções alternativas” ou incompreensões referentes à FQ que estudantes e até mesmo docentes possam apresentar ao se comunicarem em salas de aula (ao ponto de ser comum associarem FQ a produtos como “colchões magnéticos”, a práticas como “massagens quânticas” ou exclusivamente a assuntos como “alma” e “espiritualidade”) é necessário que saibamos as origens desses potenciais obstáculos pedagógicos e quais conceitos eles mobilizam. *A cura quântica* é um dos principais pontos de origem dessas ideias ou, no mínimo, está fortemente relacionada a elas.

Considerando isso, apresentamos uma análise metalinguística (presente na seção 4.4), fundamentada na filosofia da linguagem do Círculo de Bakhtin¹⁴ (abordada na seção 4.3) do livro *A cura quântica*, uma das principais materializações do fenômeno cultural do misticismo quântico, escrito por Deepak Chopra (sobre quem apresentamos mais informações especificamente na subseção 4.4.1.2). Para tanto, nossas questões de pesquisa são as seguintes: Qual é o tema do enunciado de Chopra? A que gênero do discurso ele pertence? Em qual contexto extraverbal ele é estruturado? Qual sua estrutura composicional e estilo? A quem o enunciado é direcionado e a quem ele responde? Como esses elementos sustentam o projeto de fala do autor?

Na próxima seção, contudo, antes de partirmos para o quadro teórico-metodológico e para os resultados da investigação, justificamos a realização da presente pesquisa a partir de um levantamento da percepção dos usuários da rede social *Twitter* sobre o termo Física Quântica que será capaz de dar uma boa noção da disseminação deste fenômeno.

4.2. A Física Quântica no *Twitter*

A análise de postagens em redes sociais insere-se no campo de estudo da mineração de textos, ramo crescente da estatística nos últimos anos (SILGE; ROBINSON, 2017). A ideia principal é selecionar um número expressivo de postagens sobre temas ou usuários específicos e realizar análises diversas, como recorrência de

¹⁴ Grupo de filósofos formado por Mikhail Bakhtin, Valentin Volóchinov e Pável Medviédev.

palavras, análise de sentimento e associação de termos. Para os objetivos deste trabalho, analisamos apenas a recorrência de palavras em postagens sobre Física Quântica a fim de mapear qual o entendimento de parte da população sobre esta área da Física. Para efeito de comparação, também analisamos postagens que continham apenas o termo Física. O ambiente de programação R foi utilizado na busca das postagens e nas análises estatísticas (R CORE TEAM, 2015).

A seleção de postagens foi feita em 28 de junho de 2020. Nesta data, foram buscados os últimos 500 *tweets* que continham os termos *#physics* e *#quantumphysics*. A busca foi realizada nos termos em inglês para contemplar um grupo mais heterogêneo de usuários. Em cada conjunto de postagens analisamos as vinte palavras mais frequentes. As Fig. 1 e 2 mostram as palavras mais frequentes em 500 *tweets* que continham os termos já mencionados.

Olhando para as palavras mais frequentes nos *tweets* que contêm o termo *physics*, notamos que não há a presença de termos relacionados com misticismos ou elementos do movimento Nova Era. As palavras mais associadas com *physics* são usualmente proferidas em ambientes educacionais e acadêmicos, como escolas e universidades. Alguns termos podem causar estranhamento, como *pay* (pagamento, remuneração, salário) ou *finance* (finança, financiar, custear). A análise mais detalhada destas postagens mostra que estas palavras estão relacionadas com cursos de Física vendidos na *internet* e divulgados pelo *Twitter*. De qualquer forma, fica evidente que essa parte da população analisada não associa o termo *physics* com elementos do misticismo.

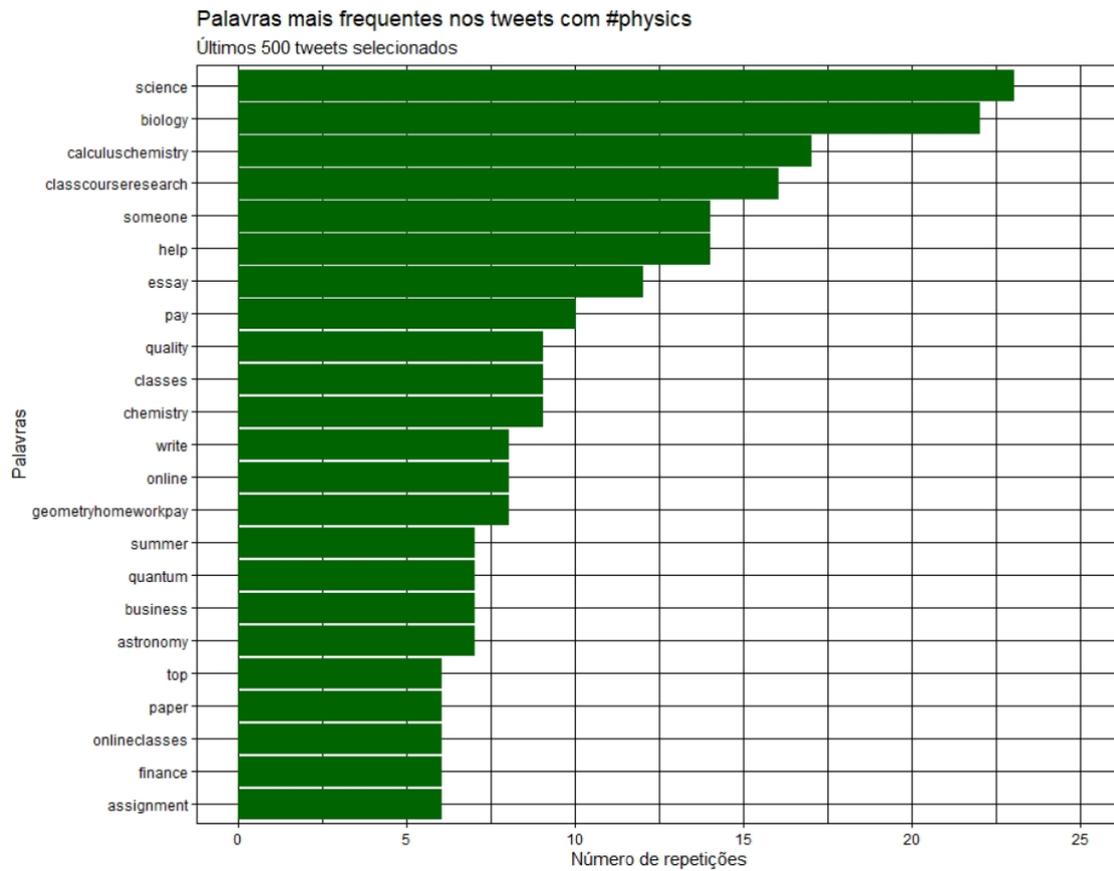


Fig. 1 – Palavras mais frequentes nos tweets com o termo physics.

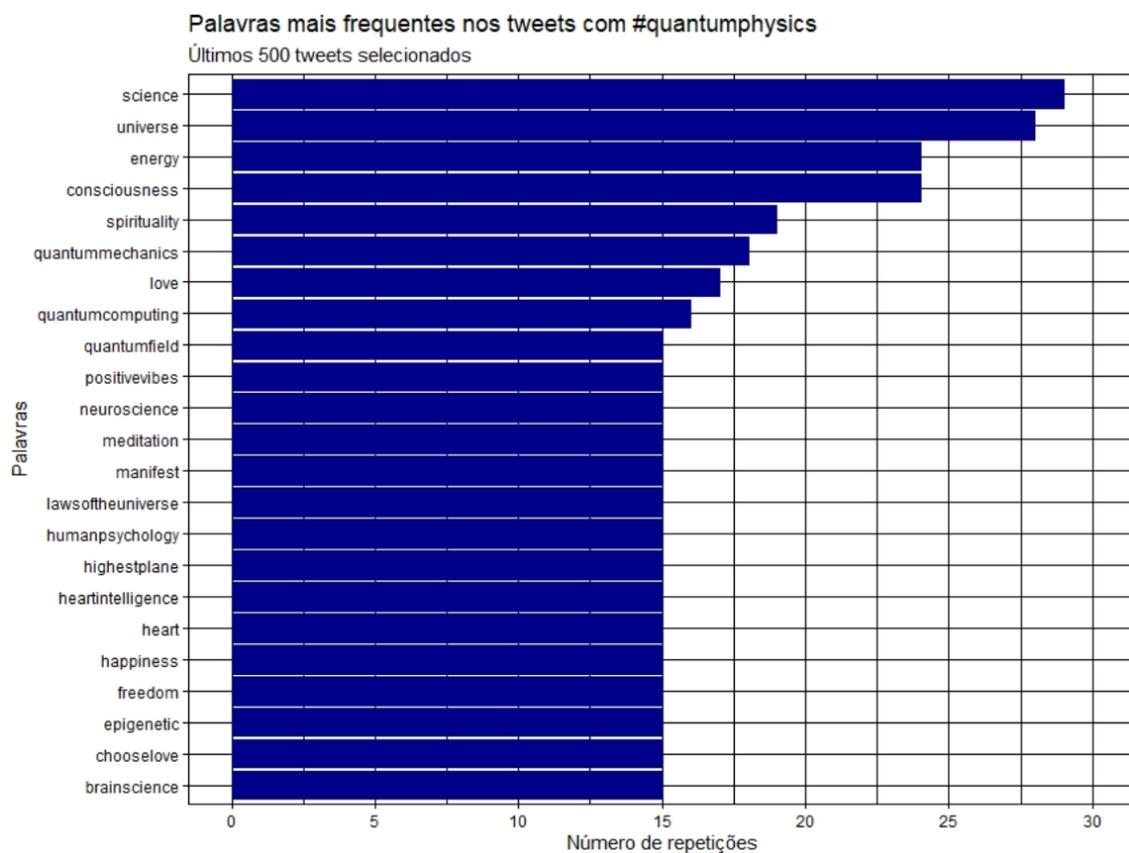


Fig. 2 – Palavras mais frequentes nos tweets com o termo quantum physics.

Já com as palavras mais frequentes nos *tweets* que contêm o termo *quantum physics* observamos um cenário completamente diferente. Fica claro que esta parte da população aparentemente possui um entendimento muito difuso do que é Física Quântica. A presença de palavras como *consciousness* (consciência), *spirituality* (espiritualidade), *love* (amor) e *meditation* (meditação), por exemplo, revela a forte influência que autores como Chopra tiveram na divulgação da Física Quântica para as pessoas. Mas por que as pessoas não possuem este mesmo entendimento quando falamos da Física em geral? Como a Física Quântica é difundida nestas obras e é capaz de produzir tal entendimento? Nosso trabalho pretende apresentar algumas respostas para estas questões a partir da análise aprofundada da obra “Cura Quântica” de Chopra. Na próxima seção, apresentamos o quadro teórico-metodológico utilizado na análise desta obra.

4.3. Quadro teórico-metodológico

Nesta seção, buscamos apresentar brevemente a Teoria do Enunciado Concreto (TEC) e a Interpretação Metalinguística (IM) do Círculo de Bakhtin; grupo de filósofos ao qual iremos nos referir apenas como “o Círculo”. Para isso, orientamos a discussão destacando conceitos-chave tais como ato, enunciado e gênero do discurso a partir das obras do Círculo (BAKHTIN, 2002, 2010, 2011; MEDVIÉDEV, 2012; VOLÓCHINOV, 1981, 2018) e de diversos outros trabalhos (LIMA et al., 2019; MACHADO, 2005; SOUZA, 2002; VENEU; FERRAZ; REZENDE, 2015).

A IM é o paradigma, a prática ou a disciplina de análises que busca estudar o enunciado concreto, correlacionar materiais linguísticos concretos e, baseada na aplicação de um método sociológico ao estudo da linguagem, explicitar conflitos e correlações entre enunciados e teorias. Com ela, é possível realizar estudos do discurso que buscam complementar e até mesmo ultrapassar, legitimamente, os limites da linguística, mas sem ignorá-la, ou seja, ainda considerando suas possíveis análises e resultados. A TEC, por sua vez, pode ser entendida como a arquitetura conceitual da análise da linguagem através da unidade concreta da comunicação discursiva ou, ainda, como a base, estabelecida em textos como *Os gêneros do discurso* (BAKHTIN, 2011), da análise da natureza dos enunciados e da diversidade de gêneros do discurso nos diversos campos da atividade humana; uma análise em que há uma síntese dialética contrária aos pressupostos do subjetivismo idealista e do objetivismo abstrato que pode

ser entendida em parte como reflexo da visão ético-fenomenológica de Bakhtin (LIMA *et al.*, 2019; SOUZA, 2002).

Passando para a definição dos conceitos, começamos pelo enunciado que é, como posto pelo Círculo, a “unidade da comunicação discursiva”. Todo enunciado possui como características principais a troca comunicativa entre sujeitos do discurso (entre falante e ouvinte, entre locutor e interlocutor), a alternância entre tais sujeitos (elemento que delimita o enunciado) e o pertencimento a um gênero do discurso (forma relativamente estável de comunicação verbal). Outras características importantes são as seguintes: o pertencimento a uma cadeia de outros enunciados (passados e futuros) e a presença de totalidade semântica (tema, estilo e estrutura composicional).

Todo enunciado é um ato de comunicação discursiva, sendo o ato a unidade integral e singular de ocorrência única determinada por uma orientação social e detentora de uma dimensão ética e uma dimensão fenomenológica. Entre essas características, a alternância entre sujeitos do discurso é a principal, pois, de certa forma, abarca todas as outras e pode ser entendida pela convergência de três fatores: a exauribilidade semântica-objetiva de um tema (quantidade de elaboração e esforço adequados ao enunciar-se sobre determinado assunto), o projeto de fala (intencionalidades de um enunciado que um interlocutor ou auditório identifica ou reconhece) e, por fim, o gênero do discurso (forma composicional arquetípica de construção de enunciados).

O ato discursivo representado pela comunicação através de um enunciado em forma de livro é dialógico e cabe ser analisado através da TEC e da IM porque, segundo o Círculo, toda comunicação discursiva é composta por sujeitos ativos e responsáveis; dessa forma, mesmo a compreensão de um leitor sobre um livro é um ato ativo. Além disso, o enunciado não é um ato individual que só pode ser explicado por processos mentais do sujeito do discurso. O enunciado, como o ato, possui dupla responsabilidade: responde pelo mundo da vida (o mundo do Ser, o mundo da subjetividade) e pelo mundo da cultura, ou seja, o enunciado é dialógico, interdependente e não expressa apenas características subjetivas, mas expressa (e é moldado por) aspectos sociais. O enunciado é criado na articulação entre o campo da atividade humana em que se insere e o campo da expressão subjetiva do indivíduo.

Dessa forma, não há nenhum sujeito com uma posição privilegiada para criar ou analisar um enunciado, mesmo que o enunciado seja sobre o próprio sujeito, pois não há nenhum juízo, argumento ou texto capaz de evidenciar ou descrever a experiência do Ser ou a realidade material de forma absoluta, objetiva e verdadeira. Isto é, não há um

enunciado que não herde as visões de mundo ou as vozes de outros enunciados e locutores e que não seja orientado a um interlocutor que, ao compreendê-lo e respondê-lo, realiza um ato e cria um elo na cadeia de enunciados da comunicação discursiva.

A compreensão e a responsabilidade (o ato de responder ou referenciar) de um enunciado concreto estão fortemente relacionadas a qual gênero do discurso ele pertence, ou seja, a qual categoria relativamente estável, bem estabelecida, de enunciados ele pertence. A identificação do gênero discursivo pela análise metalinguística contribui para a determinação da finalidade de um enunciado concreto e do campo da atividade humana no qual ele se insere.

Para finalizar, gostaríamos de enfatizar a importância dos gêneros do discurso para a filosofia do Círculo já que eles são, como comentado anteriormente, parte do conjunto de fatores que delimitam os enunciados e que caracterizam a alternância de sujeitos do discurso. Todo enunciado deve inexoravelmente pertencer a um gênero do discurso, por ser sempre necessário o reconhecimento de normas e contextos quando enunciamos algo e ao sermos respondidos por isso, essas formas estáveis de enunciados acabam por variavelmente “restringir” a liberdade do sujeito do discurso de se comunicar e, de certa forma, impossibilitando que atos de comunicação sejam completamente subjetivos no sentido de representarem exatamente os processos mentais de um indivíduo.

4.4. Análise metalinguística de A cura quântica

Seguimos, nesta seção, a trajetória analítica de interpretação de enunciados concretos delineada no trabalho de Lima *et al.* (2019). A primeira etapa consiste em delimitar o enunciado e seu contexto imediato, identificando a alternância de sujeitos, o conteúdo temático e informações sobre o autor (de onde e quando se enuncia). A segunda etapa serve para identificar o gênero discursivo do enunciado, procurando destacar as finalidades e as condições do tipo de atividade humana em que esse enunciado se insere. Na terceira etapa, buscamos analisar o direcionamento e a orientação social do enunciado, tentando compreender a quem ele é destinado.

Posteriormente, na quarta etapa, focamos na responsividade do enunciado, ou seja, a quem e a que outros discursos o enunciado em análise tenta se referir ou dar algum tipo de resposta. A quinta etapa é aquela em que o estilo do enunciado (que se manifesta através de escolhas lexicais, fraseológicas e sintáticas) é analisado.

Por fim, na sexta etapa, construímos discussões inéditas que buscam a convergência dos resultados anteriores de forma a revelar nosso excedente de visão como

pesquisadores, ou seja, de modo a apresentar asserções e raciocínios que apenas as nossas posições como sujeitos do discurso poderiam propiciar.

4.4.1. *O enunciado e seu contexto imediato*

O enunciado concreto, objeto de nossa análise, é o livro *A cura quântica* – no original, *Quantum healing: exploring the frontiers of mind/body medicine* – escrito por Deepak Chopra e publicado pela primeira vez pela *Bantam Books* em 1989. Consideramos, em nossa análise, o enunciado em sua completude, da ficha catalográfica até a última página (e não enunciados em particular como seus capítulos individuais, por exemplo) por entendermos que é exigida do leitor uma leitura integral do livro para um entendimento pleno ou, mais especificamente, para uma compreensão responsiva.

Em outras palavras, identificamos que a alternância de sujeitos do discurso só é verdadeiramente estabelecida em *A cura quântica* com uma leitura integral, pois a exaurabilidade do tema não se concretiza em capítulos ou seções ao longo do livro, apenas em seu fim. Outro fator importante é que o projeto de fala de Chopra estende-se por todos os capítulos e é só sintetizado no final da segunda parte do livro. Além disso, o gênero do discurso ao qual a obra pertence (que é discutido na seção 4.4.2) não justifica uma leitura parcial ou fragmentada, pois isso não condiz com o acabamento que seus enunciados tipicamente recebem.

Para delinear a estrutura do enunciado, destacamos que o livro é composto por uma breve introdução e por catorze capítulos organizados em duas seções principais. A introdução funciona como um simples delineamento do contexto no qual o enunciado foi escrito, algo que abordamos na seção 4.4.1.2, e de seu interesse especial pelo papel da cura na medicina.

Nos capítulos iniciais da primeira parte do livro, Chopra narra casos de “cura espontânea” de indivíduos que acompanhou durante sua carreira ou sobre os quais soube da ocorrência durante seus anos de estudo. Essa parte do texto se divide em capítulos que dissertam sobre sua crença em como há uma “consciência” ou “inteligência” natural no corpo humano que é responsável por esses casos e, posteriormente, em capítulos que tratam sobre como a medicina moderna, especificamente áreas como endocrinologia e neurologia, explica processos de cura. Nos capítulos finais da primeira parte, o autor foca no entrelaçamento de todas as informações dadas sobre endocrinologia e neurologia com algumas metáforas e com suas interpretações pessoais dos fundamentos de FQ,

comentando sobre quais seriam as supostas consequências filosóficas da FQ em estudos sobre o processo da cura.

No começo da segunda parte do livro, Chopra interrompe brevemente a sequência de argumentos vistos até então para narrar sua reaproximação com a cultura indiana. Nesses capítulos, o autor constrói paralelos entre antigas ideias presentes na filosofia indiana com frases atribuídas a indivíduos como Albert Einstein e com conceitos e termos da área de cosmologia e da FQ. Com isso, são elaboradas reflexões sobre a natureza da realidade na filosofia holística na qual Chopra se insere em uma seção do livro que evidentemente está relacionada a tese de que “*Religiões orientais já teriam chegado às principais ideias da física moderna*”, algo que, segundo Pessoa Jr. (2011), é relativamente comum em argumentos de enunciados do misticismo quântico. Por fim, nos últimos capítulos da segunda parte, Chopra apresenta suas ideias sobre as origens de doenças no corpo humano, sobre como a FQ estaria supostamente associada a isso e sobre como seria possível seguir o caminho da “cura quântica” que ele propõe para estabelecer um novo tipo de abordagem médica.

Nas seções a seguir, apresentamos as análises que exploram a supracitada delimitação do enunciado.

4.4.1.1 O conteúdo temático

A *cura quântica* é um livro que trata, acima de tudo, sobre “cura”; algo que se torna evidente logo na introdução quando “cura” é especificamente apresentada como “um dos grandes mistérios da medicina” (CHOPRA, 2013, p. 10). Temas como “medicina ayurvédica” e “física quântica” são relativamente secundários, pois o enunciado é focado fortemente em informar o leitor sobre ideias e reflexões sobre o processo da cura em um sentido amplo de “superação holística de transtornos físicos e mentais”: superar o câncer, superar a AIDS, superar vícios ou maus hábitos etc.

O conceito que dá título à obra é com certeza uma parte relevante de seu conteúdo temático, especialmente nos últimos capítulos, e é definido de formas diversas durante o texto do enunciado, mas, com todas as informações contidas nele, pode ser entendido como um conjunto de três tratamentos ayurvédicos rotulados como “quânticos” porque Chopra defende que entre os componentes fundamentais da realidade e da consciência humana existe um estado de “vazio” (ou um “silêncio”, em suas palavras) através do qual o corpo humano pode executar “saltos quânticos” que levariam a um estado de cura. Essa argumentação do autor pode ser entendida como a manifestação da premissa de que “A

física quântica fundamentaria terapias alternativas”, segundo a proposta de classificação de teses do misticismo quântico de Pessoa Jr. (2011).

Para fortalecer o conteúdo temático principal, Chopra desenvolve outros temas, como “memória”, “inteligência”, “física quântica” e “cosmologia”. Esses conteúdos podem ser considerados como temas secundários de *A cura quântica* não só pelo destaque que recebem ao complementar o assunto principal, mas também porque são especialmente usados para a construção de metáforas com conceitos científicos.

4.4.1.2. O autor e o contexto extraverbal

Deepak Chopra nasceu na segunda metade da década de 1940 em Nova Déli na Índia em uma família bem abastada e com tradição de serviço militar no Exército Indiano¹⁵. Seu pai era um cardiologista de excelência e a sua educação básica ocorreu na renomada St. Columba's School. Entre 1968 e 1970, Chopra graduou-se no *All India Institute of Medical Sciences*. Nesse mesmo período, casou-se com sua esposa, Rita Chopra, e juntos emigraram para os EUA onde ele pode exercer sua profissão sem grandes dificuldades pela necessidade do país de recrutar médicos para substituir aqueles que estavam no esforço de guerra no Vietnã. Durante a década de 1970, Chopra consolidou sua formação e sua prática profissional nos EUA: fez residências, especializando-se em clínica médica e endocrinologia, se tornou chefe do quadro de funcionários do *New England Memorial Hospital* e trabalhou com atendimentos particulares em Boston (BAER, 2003; CHOPRA, 1989, 1991; CHOPRA; CHOPRA, 2013).

Ao contrário de figuras proeminentes do misticismo quântico, ou mais especificamente, de figuras a partir da “terceira estação” do misticismo quântico (PAURA, 2018), como Fritjof Capra e Fred Alan Wolf os quais eram físicos de formação que encontraram dificuldades em exercer a profissão tradicionalmente em instituições de pesquisa nas décadas de 1970 e 1980 (KAISER, 2011), Chopra esteve em espaços formais de educação, de pesquisa (clínica) e de exercício profissional altamente qualificado por bastante tempo. Um argumento evidente de que a profissão médica dificilmente passa por problemas como passou a carreira de pesquisa em física nos anos finais da Guerra Fria pode ser feito, mas esse detalhe de sua trajetória ainda pode ser considerado como algo notável.

¹⁵ Mais especificamente, seu avô paterno e seu pai serviram no antigo Exército da Índia Britânica. Sua data de nascimento é incerta, como o próprio autor admite em um de seus livros (CHOPRA; CHOPRA, 2013) ao reconhecer que foi registrado em 1947, mas que seu nascimento provavelmente ocorreu em 1946.

Em paralelo ao contexto de estabilidade da profissão médica nos EUA devido ao esforço de guerra, há também, desde o fim da década de 1950, mas especialmente a partir dos anos de 1970, o que podemos descrever como uma “nova diáspora” asiática nas Américas, protagonizada por cidadãos do sul e sudeste asiático (ZONG; BATALOVA, 2016). A tomada do Tibet pela República Popular da China e outros eventos geopolíticos locais levaram à migração de muitos cidadãos asiáticos, incluindo o 14º Dalai Lama, para países próximos (como a Índia) e, mais tarde, para as Américas (TU; DU, 1971). A aproximação sociocultural entre o sudeste asiático e os Estados Unidos pode também ser representado pela popularidade adquirida na época por indivíduos como o artista marcial Bruce Lee, a autoridade budista Dalai Lama e o guru indiano Maharishi Mahesh Yogi¹⁶.

A partir de 1980, a vida de Chopra passa a sofrer grandes mudanças. Com a leitura de um livro sobre meditação transcendental, ele começou a refletir mais sobre sua vida, especialmente sobre sua saúde e profissão (CHOPRA, 1989, 2013). O autor relata que consumia café exageradamente e que fumava praticamente um maço de cigarros por dia, hábitos que desenvolveu durante anos de stress, principalmente pelo trabalho como médico, e com os quais conseguiu parar por causa da meditação transcendental (BAER, 2003; CHOPRA, 1989). Ainda no início da década de 1980, em suas viagens costumeiras à Índia, houve também uma (re)descoberta de aspectos culturais de sua terra natal, especialmente da medicina ayurvédica¹⁷. A partir daí, sua aproximação com um paradigma holístico de saúde se desenvolveu rapidamente e, ao final da década de 1980, Chopra já havia se desiludido com a medicina moderna e a endocrinologia, abandonado seu cargo no New England Memorial Hospital, formado uma relação com Maharishi Mahesh Yogi, estabelecido centros e associações de medicina ayurvédica e publicado, em 1989, *Quantum healing: exploring the frontiers of mind/body medicine*, um de seus livros mais conhecidos (BAER, 2003; CHOPRA, 1989; CHOPRA; CHOPRA, 2013).

Uma aproximação com visões alternativas de saúde no final dos anos de 1980 não foi algo exclusivo a indivíduos como Chopra, mas foi, na realidade, algo bastante popular por todos os Estados Unidos a partir dos anos de 1970; um fenômeno que pode ser associado às políticas de austeridade fiscal que começaram a estabelecer que o sistema de saúde estadunidense seria profundamente atrelado à iniciativa privada. Na administração

¹⁶ Responsável pelo desenvolvimento da meditação transcendental, uma técnica específica de meditação que usa mantras de forma silenciosa.

¹⁷ Tradição medicinal hindu cujas práticas e técnicas que permanecem em uso ou que foram relativamente modernizadas são frequentemente consideradas como medicina alternativa.

governamental de Ronald Reagan, os Estados Unidos experienciaram a implementação agressiva e restritiva de políticas econômicas, apelidadas de “*Reaganomics*”, que dificultaram – e dificultam até hoje – o acesso de parte da população civil a serviços básicos, como educação e saúde, de forma digna, gratuita e/ou universal (CHAIT, 2008). Além disso, a administração de Reagan é reconhecida e muito criticada por ter sido absurdamente negligente com a saúde pública e especialmente irresponsável durante a pandemia de AIDS na segunda metade da década de 1980 (FRANCIS, 2012). Chopra chega a falar sobre a AIDS em *A cura quântica*, mas evidentemente não para tratar de políticas econômicas ou sanitárias, mas para promover e apelar aos casos de “longa sobrevivência” devidos supostamente a “mudanças de hábitos” como exemplos de suas teses sobre uma “inteligência” natural do corpo humano (CHOPRA, 2013, p. 28, 54, 157, 294).

Entretanto, pouco depois dessa época, já na década de 1990, Chopra se desencanta novamente; dessa vez com Maharishi Mahesh Yogi e com o movimento associado à meditação transcendental e acaba por distanciar-se de ambos sem dar claras explicações, mas mantém seu foco na medicina ayurvédica e na medicina mente-corpo¹⁸. É nesse período que ele se muda para a costa oeste dos EUA, mais especificamente para a Califórnia, e que grandes polêmicas sobre seu trabalho e vida pública começam a se tornar frequentes; várias das quais chegaram a cortes de justiça (NY TIMES, 1996). Nessa época, como comentamos brevemente antes, Chopra esteve envolvido com acusações de omissão de interesses financeiros por um artigo de sua coautoria publicado no *Journal of the American Medical Association* (JAMA, 1991; SKOLNICK, 1991). Além disso, Chopra ofereceu atendimentos particulares sem licença médica adequada do estado da Califórnia sob a explicação, feita por uma funcionária da *Sharp HealthCare* onde ele era o diretor executivo, de que ele não atendia seus pacientes formalmente como médico na clínica que estabeleceu (PETTUS, 1995).

4.4.2. O gênero do discurso

Para demonstrar a qual tipo relativamente bem estabelecido de enunciados pertence *A cura quântica*, destacamos a existência de pontuais semelhanças entre a arquitetura textual do enunciado (a estrutura composicional, escolha lexical e estilo) de Chopra e a literatura não ficcional de divulgação científica. Esse destaque, entretanto, é

¹⁸ Forma de medicina alternativa associada a um paradigma holístico de saúde.

feito com cautela, pois o mínimo de tecnicidade que é possível encontrar em algumas passagens pode ser completamente não intencional e claramente tem diferentes níveis de organização, qualidade e profundidade. Semelhanças assim podem ser pontualmente observadas na introdução do livro e em capítulos como “O corpo possui mente própria”. Entretanto, elas estão constantemente acompanhadas por ênfases em experiências pessoais e *insights* que apelam para a emocionalidade, por metáforas com os mais diversos graus de poder explicativo, e por um conteúdo temático de natureza polêmica e “alternativa”. Como afirma Warrier (2019), essa ênfase em experiências pessoais e *insights* pode ser compreendida como a representação da crença de que a autoridade epistemológica máxima está exclusivamente no indivíduo, na experiência pessoal, ou seja, como a representação de um “individualismo epistemológico” em que as vozes de autoridades devem ser avaliadas e mediadas, basicamente “filtradas”, pela experiência pessoal do indivíduo. Dessa forma, consideramos muito mais adequado descrever *A cura quântica* como sendo do gênero literário não ficcional de autoajuda.

É a partir dessas características que Chopra constrói um enunciado que mobiliza dialogicamente conceitos científicos, religiosos e psicológicos de forma a romper com o caráter estável e razoavelmente homogêneo que esses tópicos possuem em outros gêneros discursivos, resultando em, como destacamos adiante, argumentações contraditórias em seu enunciado concreto que não são capazes de realmente formar uma síntese de tudo aquilo que o autor apresenta.

Por fim, é preciso destacar que os gêneros discursivos de quaisquer livros de prosa, mesmo de não ficção, são gêneros secundários, ou seja, gêneros complexos que surgem a partir do ato de criar enunciados a partir de instrumentos culturais (BRAIT, 2005) e, conseqüentemente, *A cura quântica* surge do mesmo tipo de ato. Além disso, cabe apontar que “não ficção” é um termo que se popularizou muito no mercado literário, mas que até hoje gera dúvidas e críticas (KEEN, 2015), mas é popularmente utilizado para diferenciar produtos literários tradicionais dos produtos de desenvolvimento pessoal e autoajuda. Entretanto, atualmente, o uso da expressão se generalizou bastante e, por isso, acreditamos ser necessário introduzir descritores como “divulgação científica”, “livro didático”, “autoajuda”, “biografia”, entre outros para realmente estabelecer um bom entendimento do gênero do qual estamos falando.

4.4.3. O direcionamento e a orientação social

Existem diversas formas de se identificar a quem o enunciado se endereça e qual é a sua orientação social. Nesta seção, iniciamos essa identificação através da análise do mercado de livros de autoajuda.

No contexto estadunidense, o público consumidor do gênero literário não ficcional de autoajuda é historicamente formado em grande parte por mulheres (aproximadamente 70%) que vivem nas regiões costeiras do país (MARKETDATA LCC, 2015). Entretanto, Nehring e colaboradores (2016) afirmam que o fenômeno cultural da autoajuda em geral possui um caráter popular e *transnacional* relacionado à homogeneidade político-ideológica (neoliberal) em seu discurso que faz com que seus temas circulem facilmente pelo mundo inteiro e entre quaisquer indivíduos atraídos por desenvolvimento pessoal e bem-estar. Os autores também reafirmam as semelhanças encontradas por outras pesquisas sobre a circulação e divulgação da autoajuda nos EUA, na Grã-Bretanha, no México, em Israel, na Alemanha, nos Países Baixos, no Brasil e em diversos outros locais.

Apesar das diferenças entre o público consumidor de autoajuda da década de 1980 e o público dos anos de 2010, há um consenso sobre sua homogeneidade demográfica a qual, apesar de diversas flutuações, vem aumentando consideravelmente mais em número de indivíduos do que em diversidade entre eles¹⁹ (NEHRING et al., 2016; MARKETDATA LLC, 2015). Porém, é importante apontar que as pesquisas mais notáveis de delineamento do perfil desse público consumidor surgem a partir dos anos de 1990 e, portanto, é incerto se Chopra tinha plena consciência de todas essas variáveis. Em outras palavras, é inteiramente possível que “mulheres estadunidenses que moram em zonas costeiras” não fossem o auditório, ou público-alvo, almejado por Chopra, independentemente de o autor reconhecer ou não seu trabalho como sendo literatura não ficcional de autoajuda. Entretanto, é bastante razoável assumir que ele tivesse alguma ideia ou reconhecimento básico de a quem estava direcionando seu livro e quem realmente iria lê-lo, com ou sem as informações de pesquisas que delineavam o perfil de seu público em potencial.

Para uma verdadeira identificação do auditório e da orientação social de um enunciado, também é necessário considerar seu contexto extraverbal e endereçamentos feitos, clara ou obscuramente, no próprio texto do enunciado. Como comentado anteriormente, na década de 1980, a vida pessoal de Chopra passou por profundas mudanças, entre as quais destacamos a reaproximação com suas heranças culturais da

¹⁹ Para informações adicionais e uma perspectiva diferente na análise das características demográficas do público consumidor de livros de autoajuda, recomendamos o texto de Zhou (2017).

Índia e a mudança de hábito que o fez parar de fumar, começar a praticar meditação transcendental e imergir no mundo da medicina alternativa, mais especificamente da medicina ayurvédica. Essa imersão claramente criou na consciência de Chopra uma necessidade de divulgá-la e legitimá-la para um grande público. Como o próprio autor afirma: “Precisava demonstrar que aquela era uma ciência por seus próprios méritos. Como fazer isso? A resposta acabaria por surgir. O pensamento indiano tem se baseado sempre na convicção de que *Satya*, a verdade, triunfa por si” (CHOPRA, 2013, p. 14). Afirmamos que é altamente provável que a intenção era atingir um grande público, e não especificamente a comunidade científica, pois, apesar de querer “demonstrar que aquela era uma ciência por seus próprios méritos”, Chopra claramente restringe o alcance de seu trabalho por optar publicá-lo em forma de livro sem adotar uma estratégia de divulgação focada em espaços formais de pesquisa e sem considerar os princípios de um texto rigorosamente acadêmico como, por exemplo, ao não sinalizar de forma adequada referências, bibliografias recomendadas²⁰ ou menções a fontes primárias.

Dando outro exemplo de como a orientação social pode ser percebida pela interpretação do enunciado concreto e não apenas por seu contexto extraverbal, podemos destacar como, a partir de “Uma introdução pessoal” e do capítulo “Após o milagre”, o leitor é apresentado a certos conflitos entre argumentações: na introdução, Chopra elabora uma negação do conceito de “milagre” na qual ele afirma não ver as curas espontâneas de seus pacientes do passado como milagres. Essa negação colocada na parte introdutória do livro serve para que o leitor não sinta um desconforto com a possibilidade de que o autor (que se apresenta inicialmente como um médico imerso no paradigma biomédico e científico de saúde) vá se afastar de temas e abordagens científicas. Porém, no início do capítulo seguinte lemos: “Em minha carreira médica, por várias vezes tive o privilégio de presenciar curas miraculosas” (CHOPRA, 2013, p. 19). Essa afirmação, que contradiz a primeira, funciona como um “apito de cachorro” ou “apito silencioso”, para o autor se comunicar diretamente com leitores que naturalmente aceitariam de modo não conflitante, ou melhor, que costumam ignorar contradições assim, e que seriam mais facilmente convencidos pelos paralelos e pelas metáforas que omitem ou modificam conceitos e consensos científicos bem estabelecidos e que são usadas posteriormente no livro. Evidentemente, esse é um exemplo de caráter anedótico bem ao início da obra e,

²⁰ Existem edições, especialmente as edições estadunidenses, que possuem uma breve lista de leituras recomendadas as quais são indicadas mais como textos semelhantes do que como materiais de aprofundamento dos temas em pauta.

independentemente de ser proposital ou não, é justamente por esse caráter e por sua localização nesse enunciado que ele é capaz de exemplificar as contradições presentes na tentativa de se comunicar através de um enunciado que busca hibridizar o gênero literário não ficcional de autoajuda com o gênero literário não ficcional de divulgação científica.

4.4.4. A responsividade

A cura quântica é um enunciado que é responsivo a inúmeros outros enunciados passados, por exemplo, de figuras como Maharishi Mahesh Yogi, Albert Einstein, Arthur Eddington, David Bohm, John S. Bell, entre outros. É responsivo, também, a enunciados do gênero do discurso científico como pesquisas clínicas sobre hipnose, meditação e cura espontânea. Entretanto, focamos nossas análises da responsividade de *A cura quântica* em relação aos enunciados concretos com mais relevância para o Ensino de Física: especificamente nos enunciados concretos de Arthur Eddington e Albert Einstein.

Apesar de Chopra não apresentar adequadamente as referências aos enunciados em que suas interpretações se embasam e a que enunciados elas respondem, é possível, em uma interpretação metalinguística, acionar o excedente de visão que nós, os autores dessa interpretação, possuímos para realizar as devidas análises.

Sobre as menções a Arthur Eddington em *A cura quântica*, por exemplo, reconhecemos que sua obra, além de seu valor didático, é reconhecida por mencionar um tipo de conteúdo “desconhecido” da “Natureza” que estaria relacionado ao “Tempo” e à “Verdade” quando discute implicações filosóficas da “Nova Teoria Quântica” para o embate entre FQ e Física Clássica na solução do problema da propagação da luz:

Uma ação quântica pode ser o meio de nos revelar algum fato sobre a Natureza, mas, simultaneamente, um novo desconhecido é implantado no ventre do Tempo. Um acréscimo ao conhecimento é obtido às custas de um acréscimo à ignorância. É difícil esvaziar o poço da verdade com um balde furado (EDDINGTON, 2007, p. 115, tradução nossa).

Entretanto, um foco exagerado nas reflexões metafísicas de Eddington, como Chopra faz, pode ofuscar alguns esclarecimentos que o próprio autor faz ao seu auditório no mesmo capítulo, mas antes de se aprofundar em reflexões como a que citamos anteriormente:

De vez em quando, são feitas descobertas físicas; e novas entidades, surgindo do desconhecido, tornam-se conectadas à nossa experiência e são devidamente nomeadas. Mas deixar muitos rótulos desconexos flutuando no ainda

indiferenciado desconhecido na esperança de que eles possam ser úteis mais tarde, não é nenhum sinal particular de pré-ciência e não é útil para a ciência (EDDINGTON, 2007, p. 111, tradução nossa).

De qualquer forma, consideramos razoável afirmar que, com base nos trechos supracitados e em diversos outros (EDDINGTON, 2007, p. 130-135, 146-147), Chopra busca frequentemente ser responsivo às reflexões que permeiam a obra “*The Nature of the Physical World*”, mas sem reproduzir ou mencionar os argumentos de Eddington sobre o caráter ilusório e pouco produtivo de algumas dessas ideias.

Quanto às menções a Albert Einstein como, por exemplo, a afirmação, feita entre parêntesis e sem referência bibliográfica adequada, de que “Einstein se considerava profundamente espiritualizado” (CHOPRA, 2013, p. 197), reconhecemos a existência de diferentes modos válidos de análise. Entretanto, ao focarmos em uma estratégia interpretativa de mediação e ceticismo, torna-se claro o quão reducionista é a interpretação de Chopra sobre a visão que Einstein tinha de si mesmo. Max Jammer (2000), por exemplo, demonstra como as complexas influências etnoculturais de uma herança judaica e de conflitantes crenças socioculturais transformaram radicalmente o pensamento de Einstein inúmeras vezes por toda a sua vida.

Ao encontro disso, quando exploramos os enunciados concretos de Einstein, encontramos opiniões mais complexas e ponderadas do que simplesmente se reconhecer como “profundamente espiritualizado”; encontramos, inclusive, afirmações praticamente contrárias como sua expressa preferência em ser reconhecido como “agnóstico” (CALAPRICE, 2011, p. 340). Se em algum momento Einstein chegou perto de uma afirmação assim, foi algo que ocorreu claramente em um contexto específico e por causa de suas ideias sobre uma “religião cósmica”; uma crença metafísica sobre religiosidade que não envolve uma ideia antropomorfizada de deus, mas que se baseia em uma confiança bem fundamentada na unidade concreta e “física” do universo (EINSTEIN; SHAW, 2009). Como Einstein foi um verdadeiro *Kulturträger*, “um portador de cultura”, é difícil delimitar a quais enunciados Chopra tenta ser responsivo, entretanto, acreditamos ter oferecido suficientes reflexões sobre as origens dessas interpretações questionáveis.

Não deve ser inequivocamente errado afirmar que a responsividade de Chopra a Eddington e Einstein é uma materialização inadequada de um argumento de apelo à autoridade. É evidente que, especialmente pela desconsideração que Chopra demonstra ter por uma devida atribuição de créditos e adequação de referências, que o apelo à autoridade só existe pela credibilidade que o autor atribui, e vê sendo atribuída, aos dois

cientistas mencionados. Chopra busca mobilizar tal credibilidade para fortalecer os argumentos de seu enunciado, ignorando o fato de que tanto Eddington quanto Einstein não são autoridades nos campos da medicina, da espiritualidade e muito menos da medicina alternativa e que ambos tiveram contribuições fundamentais, mas consideravelmente específicas aos fundamentos de FQ.

4.4.5. O estilo

Em uma interpretação metalinguística, a análise do estilo de um enunciado concreto exige a identificação de escolhas lexicais, ou seja, dos conjuntos de palavras usadas e suas funções. Para tanto, ilustramos as escolhas lexicais mais frequentes de Chopra em *A cura quântica* através do Quadro 1, elaborado através de mineração de texto, para apresentar uma seleção de palavras utilizadas no livro por mais de 45 vezes.

Quadro 1 – Lista de palavras mais frequentes em *A cura quântica* ordenadas decrescentemente.

palavra	frequência	palavra	frequência	palavra	frequência	palavra	frequência
corpo	380	celula	105	ponto	70	capacidade	55
ser	349	pacientes	104	normal	69	quimicas	55
pode	290	peessoas	100	ayurveda	68	fisica	53
mente	246	sistema	100	verdade	68	ideia	53
cancer	199	parte	95	dia	67	interior	53
tempo	195	caso	94	homem	65	memoria	53
cerebro	171	fato	91	medicos	64	momento	53
voce	166	natureza	90	percepcao	64	simples	53
dna	164	forma	89	coracao	63	ciencia	52
vida	162	campo	86	moleculas	63	lugar	51
celulas	161	modo	86	organismo	63	aventuranca	49
anos	149	grande	84	rishis	63	energia	49
inteligencia	146	materia	82	cento	62	causa	48
doenca	140	tratamento	82	peessoa	60	meditacao	48
realidade	132	espaco	77	dor	59	quimica	48
paciente	131	nivel	76	exemplo	58	humano	46
cura	124	consciencia	74	sangue	58	imunologico	46
medico	123	experiencia	74	substancias	58	vazio	46
quantum	122	processo	74	coisa	57	maior	45
mundo	119	pensamento	72	meio	56	pensamentos	45
medicina	118	luz	70	pensar	56	sinais	45

É igualmente importante identificar as escolhas semânticas que acompanham as escolhas lexicais. Por exemplo, o termo “nível” surge com muita frequência porque está vinculado ao conceito de “nível quântico”, assim como o termo “corpo” surge frequentemente não apenas porque o livro trata sobre “medicina mente-corpo”, mas

também porque um de seus conceitos centrais é o “corpo mecânico quântico”. “Inteligência” e “memória” são palavras que surgem com considerável frequência especialmente porque Chopra atribui diferentes significados a elas a partir de sua visão de mundo relacionada à medicina alternativa. Essas características não são apenas descrições da função que tais palavras exercem, mas também dos novos significados que mobilizam (no caso, significados metafóricos em relação a conceitos científicos) e, portanto, configuram-se como exemplos de escolhas semânticas.

Para fortalecer nosso argumento de que os fundamentos de FQ não devem ser considerados como o conteúdo temático principal do livro, destacamos que, ao construir o Quadro 1, as palavras “quântica”, “quânticas”, “quântico” e “quânticos” foram substituídas por “*quantum*” e, mesmo com essa estratégia, obtemos uma frequência resultante menor do que a de termos como “tempo” ou “DNA”. “Cura”, elemento que identificamos como o tema principal, aparece poucas vezes mais que “*quantum*”, porém termos análogos (“tratamento”, “medicina”) e palavras fortemente relacionadas à mensagem de superação de transtornos físicos e mentais (“doença”, “câncer”) surgem com muita frequência e demonstram a acurácia na identificação do tema do enunciado.

Algumas das palavras de maior frequência funcionam basicamente como um atalho no ato de comunicação entre o locutor e seu auditório. A palavra “luz”, por exemplo, não surge com tanta frequência apenas porque Chopra discute sua natureza e menciona a dualidade onda-partícula: seu uso repetitivo é devido a uma popular associação, não completamente descabida, entre “luz” e a palavra “energia” que, por sua vez, é frequentemente interpretada não através das diferentes conceitualizações científicas, mas de concepções holísticas e alternativas (GUERRIERO; STERN, 2017).

Quanto às escolhas fraseológicas e à estrutura composicional do enunciado, destacamos que, em “Uma introdução pessoal”, há a apresentação consideravelmente desordenada de diversos dos elementos estilísticos iniciais de enunciados do gênero literário não ficcional. O enunciado apresenta frases de delineamento do tema, descrições de experiências pessoais, estabelecimento das premissas do trabalho, menções a experiências profissionais, caracterização da filosofia que fundamenta a maior parte da obra (a medicina ayurvédica) e a composição de (algo semelhante a) “problemas de pesquisa” ou “questões norteadoras”.

A primeira parte do livro, “A fisiologia oculta”, é onde todo o estilo é focado em hibridizar, ou melhor, intercalar frases que, por um lado, descrevem evidências factuais sobre “curas espontâneas” com frases que, por outro lado, descrevem experiências

relativamente pessoais do autor e de seus pacientes através do enfoque nos conceitos de “memória” e “inteligência”. Chopra aponta ao leitor a conclusão de que esses casos de curas não podem ser entendidos como eventualidades, como, por exemplo, quando afirma que:

Quando uma célula de sangue chega à borda de um corte e começa a formar um coágulo, não viajou até ali ao acaso. Sabe realmente aonde quer ir e o que fazer quando chegar, com a mesma certeza de um especialista – com mais até, de fato, já que age de forma completamente espontânea e não procura adivinhar (CHOPRA, 2013, p. 54).

Há um padrão que se repete no estilo do enunciado, não apenas durante a primeira seção do livro, mas especialmente nas conclusões dos capítulos: quanto mais afirmações extraordinárias são feitas, mais metáforas são usadas, enquanto menos evidências científicas ou minimamente factuais são apresentadas. Evidências e fatos são mais frequentes nos inícios dos capítulos e geralmente não correspondem adequadamente ao nível de explicação exigido pelas afirmações de Chopra. O capítulo 2, “O corpo possui mente própria” (CHOPRA, 2013, p. 31–50), representa adequadamente esse padrão.

Na segunda e última parte do livro, “Corpo de bem-aventurança”, fica definitivamente estabelecido que, na visão de mundo de Chopra, curas espontâneas ocorrem porque o corpo humano é essencialmente sua consciência (que é sempre atrelada aos conceitos de “memória” e “inteligência” supracitados). A consciência, por sua vez, é essencialmente “quântica” já que, para o autor, nós, humanos, “[s]omos como uma luz que irradia não fótons, mas consciência” (CHOPRA, 2013, p. 250). Isto é, o ser humano, ou mais especificamente o “corpo mecânico quântico”, supostamente possui algo que atua como sua “partícula mediadora”, a consciência, que, assim como o fóton, tem uma natureza misteriosa e dual que desafia noções de causa e efeito; algo que o autor já havia tangencialmente estabelecido na primeira parte do enunciado ao afirmar que “[n]ão existe uma linha reta de ligação entre um pensamento imaterial e um objeto material, mesmo que seja minúsculo como uma molécula-peptídeo” (CHOPRA, 2013, p. 116).

4.4.6. Discussão

É preciso reforçar que, talvez não surpreendentemente, a Física Quântica não é o tema principal do livro analisado e muito menos parte fundamental do conceito de “cura quântica”. Isto é, não há uma relação concreta entre a tese principal do livro e os formalismos matemáticos da FQ ou com as regras que pesquisadores usam para criar

correspondências entre fenômenos empíricos e equações de teorias físicas. Quando Chopra faz uma metáfora que busca justificar ou explicar o que há de “quântico” em sua ideia de cura, não há menções a algo como, por exemplo, os axiomas ou a elegância matemática da notação bra-ket de Paul Dirac. Não há referências às regras de correspondência da FQ, excetuando-se menções muito pontuais ao teorema de Bell. Não há, também, propostas ou avaliação de possíveis arranjos experimentais para testar suas ideias porque, como o próprio autor afirma:

Como a física quântica lida com aceleradores de altíssima velocidade, você pode pensar que a cura quântica emprega radioisótopos ou raios X. Mas o significado é o oposto. A cura quântica afasta-se dos métodos da alta tecnologia e penetra nos meandros mais profundos do sistema mente-corpo (CHOPRA, 2013, p. 29).

Quando o enunciado de Chopra traz menções e reflexões sobre fundamentos de FQ, são construídos argumentos que servem como uma forma de tornar o conceito de “*quantum*” em uma simples *commodity* (isto é, em um simples produto do trabalho intelectual que pode ser comercializado irrestritamente) que agrega valor às mercadorias e aos serviços que o autor oferece (livros, palestras, mentorias, produtos estéticos) através da *Chopra Foundation* e de seu site pessoal. A esse processo de inserção do conceito de *quantum* e de outros aspectos dos fundamentos de FQ em uma lógica mercadológica, o trabalho de Burwell (2018) atribui a alcunha de comodificação do *quantum*.

Se há qualquer tipo de relação genuína entre o discurso de Chopra e a FQ, ela está no âmbito de outro elemento importante de qualquer teoria científica: as interpretações; neste caso, de fundamentos de FQ. Isto é, se pudermos realmente considerar a existência de uma relação entre cura quântica e FQ, ela existe apenas no que tange às teses que se agregam a formalismos abstratos e a regras de correspondência; elementos que favorecem um maior poder explicativo para as teorias. Mais especificamente, a relação poderia estar nas consequências ontológicas, sobre a natureza da realidade, e, em menor grau, nas consequências epistemológicas de algumas interpretações da FQ especialmente discutidas por indivíduos como Arthur Eddington e David Bohm os quais Chopra faz questão de citar, sem nunca indicar a fonte primária da qual extraiu os enunciados desses cientistas, revelando um projeto de fala que busca persuadir através do apelo à autoridade.

Apesar disso, consideramos muito mais preciso interpretar *A cura quântica* como uma teoria alternativa, isto é, como um corpo de ideias com grande possibilidade de se distanciar completamente da teoria científica original à qual faz referência. A categoria

de teorias alternativas que aqui usamos pode ser entendida como quaisquer conjuntos de formalismos abstratos, regras de correspondência ou interpretações que preveem novos resultados e dados empíricos (no caso de Chopra, há suas previsões sobre como a mente influencia o estado de saúde do corpo humano através de sua suposta essência quântica) ou que explicam tais resultados e previsões mobilizando conceitos com significados diferentes em relação a suas origens científicas. Muitas vezes, as teorias alternativas estão relacionadas a interpretações “modificantes” de conceitos científicos porque dependem de alterações ou omissões dos componentes da teoria original. Ademais, é possível interpretar *A cura quântica* não apenas uma teoria alternativa, mas como um corpo de ideias com um potencial perigoso de desinformação. Por exemplo, ao transformar termos populares entre a comunidade científica como “escala de Planck”, ou “comprimento de Planck”, em “zona quântica” ou “nível quântico”, Chopra ignora completamente que o sistema de unidades de Planck, ao qual os primeiros termos citados são associados, possuem significados consideravelmente específicos, especialmente relacionadas a quais tipos de fenômenos físicos podem ser majoritariamente observados a partir de determinados intervalos de tempo, comprimentos ou quantidades de energia e também relacionados à escala na qual as formas de se descrever fenômenos subatômicos que conhecemos atualmente se tornam inadequadas ou incompletas. Ao ignorar isso, o autor reduz esses conceitos e os confunde com alguns termos que descreveriam escalas de comprimento e energia em que fenômenos quânticos acontecem.

Mais especificamente, podemos apontar como Chopra utiliza os termos “estado de vigília”, “estado de consciência”, “estado de percepção subjetiva” e “estado de ânimo positivo” ou “negativo” como metáforas aos conceitos de “estado de energia” e “campo unificado” (CHOPRA, 2013, p. 207). As propriedades relacionadas aos conceitos de “inteligência” e “memória” as quais o autor enxerga no corpo humano se manifestam nesses “estados” e também no “nível quântico”. A partir dessas ideias, o autor procura estabelecer a necessidade de reconstruir o senso comum sobre o que é “corpo”, e o termo que o autor considera adequado para isso é “corpo mecânico quântico”.

O “corpo mecânico quântico” pouco tem a ver concretamente com FQ e está muito mais atrelado à interpretação de Chopra sobre o estado-da-arte do conhecimento da medicina sobre neuropeptídios nos anos de 1980. Explicando melhor: Chopra acredita que a natureza dual do fenômeno que transforma pensamentos em reações biofísicas (que, portanto, se refletem em atos corporais) e vice-versa é exatamente a mesma natureza do

que a comunidade científica descreve ao tratar da dualidade onda-partícula. E quando dizemos “exatamente”, não estamos exagerando na descrição do argumento do autor:

O neuropeptídeo não é um pensamento, mas move-se como ele e serve como ponto de transformação. O quantum faz exatamente a mesma coisa, só que o corpo estudado nessa questão é o universo, ou a natureza como um todo (CHOPRA, 2013, p. 114, grifo nosso).

O argumento que Chopra apresenta na citação pode ser parcialmente entendido como resultado de um tipo de raciocínio indutivo falho na qual “se x executa z, e se y executa z, então x é exatamente da mesma natureza que y” e é algo essencial ao modo como ele constrói suas metáforas e referências à FQ. Destacamos isso porque defendemos que é por meio do entendimento de como o autor constrói seus argumentos e quando cita os fundamentos de FQ que podemos ver o que há de realmente diferente entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos sobre os quais Chopra se enuncia.

Apesar de estar mais próxima do conceito de “neuropeptídeo” do que de “*quantum*”, a ideia de “corpo mecânico quântico” também pode ser entendida como uma defesa de teses, segundo a proposta de Pessoa Jr. (2011), como “*A consciência é um fenômeno essencialmente quântico*” e “*No dualismo entre alma e corpo, a interação entre os dois se dá por processos quânticos*”, mas explicitando que, ao invés de “alma”, Chopra prefere focar nos conceitos de “consciência”, “memória” e “inteligência”.

Como tentamos demonstrar na presente seção, é importante compreender como o conteúdo de *A cura quântica* torna esse enunciado em algo completamente diferente de discussões filosóficas formais sobre fundamentos de FQ. Entretanto, como tentamos demonstrar em seções anteriores, também é fundamental explicitar, para estudantes e até mesmo para docentes que não estão familiarizados com a obra, quais são as condições históricas e materiais que deram origem ao livro e o sustentaram como um enunciado de longa influência no debate público.

4.5. Considerações finais

Neste trabalho, buscamos construir uma análise metalinguística sobre como Deepak Chopra, com base em sua formação profissional como médico e sua formação cultural como divulgador da medicina mente-corpo durante um *zeitgeist* significativamente favorável às suas ideias (como abordado na seção 4.4.1.2), construiu um material linguístico concreto, *A cura quântica*, focado na ideia de “cura” como “superação holística de transtornos físicos ou mentais” (seção 4.4.1.1) que infundiu

profundamente o imaginário popular. Buscamos, também, demonstrar como Chopra contribuiu para as diversas mudanças no modo como as pessoas mobilizam conceitos relacionados à Física Quântica em atos de comunicação cotidiana na *internet* (seção 4.2). Sua obra não ficcional de autoajuda (seção 4.4.2) se direciona a um público consideravelmente específico, mas possui uma abordagem popular e “transnacional” (seção 4.4.3) que faz referências arbitrárias a concepções de indivíduos como Arthur Eddington, Albert Einstein e Maharishi Mahesh Yogi (seção 4.4.4). Tudo isso feito a partir de um estilo (seção 4.4.5) no qual conceitos como “inteligência”, “memória” e “corpo” são redefinidos e excessivamente usados a partir de uma síntese inconsistente entre visões de mundo místicas e alternativas (Ayurveda e medicina mente-corpo) e uma visão de mundo científica (Física Moderna e Contemporânea); síntese na qual o autor não procura evitar metáforas incoerentes ou graves contradições, deixando-as frequentemente em destaque.

Sua interpretação sobre os fundamentos de FQ consiste basicamente em argumentar sobre a existência de algo essencialmente “quântico”, em um sentido bastante superficial e tangencial à área da Física, no corpo humano, em seu funcionamento biofísico e em algum suposto componente “transcendental” ou puramente “imaterial” presente em todas as pessoas. Essas concepções são tão reconhecidas e criticadas que Osvaldo Pessoa Jr. começa seu clássico artigo sobre o misticismo quântico com uma clara tentativa de “desmitificar” essa visão, abordando-a através de uma analogia que pode funcionar como um eficiente contraponto:

Para se explicar o funcionamento de uma bicicleta, por exemplo, não é necessário usar a Teoria Quântica, mesmo que se possa argumentar que, em princípio, uma descrição quântica da bicicleta seja possível. Assim, podemos dizer que a física quântica não é “necessária”, não é “essencial”, para se explicar uma bicicleta, no sentido de que a física clássica fornece uma explicação suficientemente boa para este meio de locomoção (PESSOA JR., 2011, p. 281).

Ao invés de reações de perplexidade ao ouvirmos de nossos estudantes ou colegas qualquer menção a produtos “quânticos”, podemos nos utilizar dessa analogia. Com ela, podemos contribuir com o entendimento de que nenhum produto ou serviço como um colchão ou tratamento de saúde, por exemplo, que seja de boa proveniência (vindo diretamente de instituições oficiais de pesquisa e desenvolvimento, por exemplo) precisaria ser necessariamente explicado, fabricado ou completamente reformulado pela Física Quântica.

A área de Ensino há anos discute a necessidade de se estabelecer fundamentos epistemológicos e abordar mais Física Moderna e Contemporânea na educação básica e em diferentes etapas do ensino superior. Entretanto, a FMC que está presente nos livros didáticos ou em metodologias tradicionais de ensino dificilmente proporciona as devidas condições para que estudantes se posicionem sobre temas como o que abordamos no presente trabalho. Portanto, reforçamos a necessidade de um ensino de FMC que esteja a serviço do entendimento de questões socioculturais, pois é altamente provável que estudantes se deparem com esses temas, tanto durante suas trajetórias educacionais quanto depois delas e, como especialistas em Educação em Ciências, somos consideravelmente responsáveis pelas formas com as quais livros como *A cura quântica*, e especialmente as ideias e o fenômeno cultural que ele representa, serão compreendidos e assimilados já que é justamente ao tipo de conhecimento que nós ensinamos que essa obra tenta se relacionar.

Defendemos também que a área de Ensino deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para o desenvolvimento de uma cultura mais ampla que propicie que discentes e docentes compreendam como conceitos e teorias são ressignificados em diferentes contextos e a inclusão de tópicos e abordagens relacionadas à Natureza da Ciência e História e Filosofia das Ciências serve justamente a isso. Esses tópicos e abordagens frequentemente exigem discussões sobre o problema da demarcação (diferenciar o que é conhecimento científico ou válido daquilo que não é). No entanto, para proporcionar uma formação educacional e científica consistente com os fundamentos e consensos epistemológicos contemporâneos é preciso tornar evidente para estudantes não só o conteúdo temático do que não consideramos científico, mas também suas dimensões socioculturais. No caso de *A cura quântica*, que tenta tão claramente se aproximar dos fundamentos de FQ e de sua legitimidade, mas que indiscutivelmente não se configura como fruto de um trabalho científico, temos um enunciado consideravelmente adequado para essas discussões. É por isso que, através de uma interpretação metalinguística, buscamos destacar não só o que a obra diz, mas como diz, a quem responde e para quem diz. É assim que defendemos que um conjunto de ideias tão polêmico como *A cura quântica* de Deepak Chopra pode ser abordado por docentes, mostrando não apenas o que é diferente, mas de onde vem a diferença, qual é a sua estrutura e estilo e como circula na sociedade.

Portanto, como alternativa ou complementação, o que podemos fazer especificamente no campo dos Estudos da Ciência e da Educação em Ciências é continuar

investindo em reflexões sobre as limitações da percepção humana e nossas experiências imediatas, regidas pela Física Clássica, e sobre as suas influências no modo como nos comunicamos à luz do desenvolvimento conceitual e filosófico da Física Quântica, assim como fizeram Werner Heisenberg (1995, 1996), Erwin Schrödinger (1997), Niels Bohr (1995), Fritjof Capra (1989) e muitos outros através de diferentes abordagens (BURWELL, 2018; FREIRE JR., 2015; FREIRE JR.; PESSOA JR.; BROMBERG, 2011), buscando vigorosamente expandir o alcance sociocultural dessas reflexões. Podemos até mesmo ir além, reconhecendo a necessidade de uma moldura filosófica capaz de abarcar nossos modelos e representações, que existem em uma linguagem baseada na Física Clássica, assim como nossos conhecimentos sobre Física Quântica e outros conhecimentos das ciências modernas (CAPRA, 1989; SANTOS, 2008); uma moldura filosófica que não nega ou omite o desenvolvimento conceitual, filosófico e sociocultural das mais diversas áreas do conhecimento e que seja capaz de analisar materiais linguísticos concretos, mesmo de conhecimentos alternativos, de um modo ético, fenomenológico, histórico e sociológico constantemente em desenvolvimento. Esperamos ter deixado evidente a utilidade dessa alternativa ao apresentarmos discussões que facilitam não apenas a empatia com indivíduos que acabam conhecendo a Física Quântica de modo tangencial e superficial, mas que também facilitam a superação pedagógica dessas compreensões limitadas.

4.6. Referências bibliográficas

ALMEIDA, Á. Assim pensa Chopra. **IstoÉ**, jun. 1999. Disponível em: <https://istoe.com.br/31783_ASSIM+PENSA+CHOPRA/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

BAER, H. A. The Work of Andrew Weil and Deepak Chopra: Two Holistic Health/New Age Gurus: A Critique of the Holistic Health/New Age Movements. **Medical Anthropology Quarterly**, v. 17, n. 2, p. 233-250, 2003.

BAKHTIN, M. **Problemas da poética de Dostoiévski**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

BAKHTIN, M. **Para uma filosofia do Ato Responsável**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

BAKHTIN, M. Os gêneros do discurso. In: **Estética da criação verbal**. 6. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. p. 261-306.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BRAIT, B. (Ed.). **Bakhtin: conceitos-chave**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

BURWELL, J. **Quantum language and the migration of scientific concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

CALAPRICE, A. (Ed.). **The ultimate quotable Einstein**. Princeton: Princeton University Press, 2011.

CAPRA, F. **O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. 1. ed. Lisboa: Editorial Presença, 1989.

CHAIT, J. **The big con: crackpot economics and the fleecing of America**. Boston: Mariner Books, 2008.

CHOPRA, D. **O retorno do rishi: a jornada de um médico indiano em busca da felicidade interior e da cura integral**. 2. ed. São Paulo: Best Seller, 1989.

CHOPRA, D. **Return of the Rishi: A Doctor's Story of Spiritual Transformation and Ayurvedic Healing**. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 1991.

CHOPRA, D. **Ageless body, timeless mind: the quantum alternative to growing old**. 1. ed. New York: Harmony Books, 1993.

CHOPRA, D. **A cura quântica** [livro eletrônico]. 1. ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2013.

CHOPRA, D.; CHOPRA, S. **Brotherhood: Dharma, Destiny, and the American Dream**. Boston: New Harvest/Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

CUESTA-BELTRÁN, Y. J. Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 44, p. 146-166, 2018.

DOERING-MANTEUFFEL, S. Survival of occult practices and ideas in modern common sense. **Public Understanding of Science**, v. 20, n. 3, p. 292-302, 2011.

EDDINGTON, A. S. **The Nature of the Physical World**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

EINSTEIN, A.; SHAW, G. B. **Einstein on Cosmic Religion and Other Opinions and Aphorisms**. New York: Dover Publications, 2009.

FRANCIS, D. P. Deadly AIDS policy failure by the highest levels of the US government: A personal look back 30 years later for lessons to respond better to future epidemics. **Journal of Public Health Policy**, v. 33, n. 3, p. 290-300, 2012.

FREIRE JR., O. **The Quantum Dissidents: Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)**. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.

FREIRE JR., O.; PESSOA JR., O.; BROMBERG, J. L. (Eds.). **Teoria quântica:** estudos históricos e implicações culturais. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

GRECA, I. M.; FREIRE, O. Meeting the Challenge: Quantum Physics in Introductory Physics Courses. *In:* MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching.** Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 183-209.

GUERRIERO, S.; STERN, F. L. The new age Concepts of Energy: the case of the Brazillian Naturology. **Caminhos**, v. 15, n. 1, p. 4, 2017.

HEISENBERG, W. **Física e filosofia.** 3. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1995.

HEISENBERG, W. **A parte e o todo:** encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

HILGER, T. R.; MOREIRA, M. A. A study of social representations of quantum physics held by high school students through numerical and written word association tests. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 52-61, 2012.

HILGER, T. R.; MOREIRA, M. A.; DA SILVEIRA, F. L. Estudo de Representações Sociais sobre Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 1-16, 2009.

INDIATODAY.IN. India Today Conclave 2015: Darwin was wrong, says Deepak Chopra. **India Today**, 2015.

JAMA. Financial Disclosure. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**, v. 266, n. 6, p. 798, 1991.

JAMMER, M. **Einstein e a religião:** física e teologia. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

KAISER, D. **How the Hippies Saved Physics:** Science, Counterculture, and the Quantum Revival. New York: W. W. Norton Company, 2011.

KEEN, S. Nonfiction and Fiction in Disguise. *In:* KEEN, S. (Ed.) **Narrative Form.** London: Palgrave Macmillan UK, 2015. p. 126-139.

LANG, E. Guru nos EUA se orienta pela “verdade interior”. **Folha de S. Paulo**, 5 out. 2000.

LIMA, N. W. *et al.* A Teoria do Enunciado Concreto e a Interpretação Metalinguística: bases filosóficas, reflexões metodológicas e aplicações para os Estudos

das Ciências e para a Pesquisa em Educação em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 258, 2019.

MACHADO, I. Gêneros discursivos. *In*: BRAIT, B. (Ed.). **Bakhtin**: conceitos-chave. São Paulo: Contexto, 2005. p. 151-166.

MARKETDATA LCC. The U.S. Market for Self-improvement Products & Services. **Marketdata LLC**, 2015. 390 p.

MEDVIÉDEV, P. N. **O método formal nos estudos literários**: introdução crítica a uma poética sociológica. São Paulo: Contexto, 2012.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com Ciência de Dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 725-744, 2017.

NEHRING, D. et al. **Transnational Popular Psychology and the Global Self-Help Industry**. London: Palgrave Macmillan UK, 2016.

NY TIMES. Deepak's Days in Court. **The New York Times**, p. 12, 18 ago. 1996.

OFFIT, P. A. **Do You Believe in Magic? The Sense and Nonsense of Alternative Medicine**. 1. ed. New York: HarperCollins, 2013.

PAURA, R. Le quattro stagioni del misticismo quantistico. **Scienza&Filosofia**, n. 20, 2018.

PEREIRA, A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. VI, p. 393-420, 2009.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. *In*: FREIRE JR., O.; PESSOA JR., O.; BROMBERG, J. L. (Eds.) **Teoria quântica**: estudos históricos e implicações culturais. Campina Grande: Livraria da Física, 2011. p. 281-302.

PETTUS, E. The Lord of Immortality. **New York Magazine**, p. 28-31, 95, 1995.

PIGOZZO, D.; LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. A filosofia sistêmica de Fritjof Capra: Um olhar ecológico para a Física e para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 704-734, 2019.

PLAIT, P. Deepak Chopra: redefining “wrong”. **Discover**, sep./out. 2009.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2015. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SCHRÖDINGER, E. **O que é vida? O aspecto físico da célula viva seguido de Mente e matéria e Fragmentos autobiográficos**. 1. ed. São Paulo: Editora da UNESP, 1997.

SILGE, J.; ROBINSON, D. **Text Mining with R: A Tidy Approach**. **O’Reilly Media**, 2017.

SKOLNICK, A. A. Maharishi Ayur-Veda: Guru’s Marketing Scheme Promises the World Eternal “Perfect Health”. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**, v. 266, n. 13, p. 1741, 1991.

SOUZA, G. T. **Introdução à Teoria do Enunciado Concreto do círculo Bakhtin/Volochinov/Medvedev**. 2. ed. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2002.

TU, H.; DU, H. **A study of the treaties and agreements relating to Tibet: a documentary history of international relations of Tibet**. Taichung: Tunghai University, 1971.

VENEU, A.; FERRAZ, G.; REZENDE, F. Análise de discursos no Ensino de Ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 126-149, 2015.

VOLÓCHINOV, V. La structure de l’*enoncé*. In: TODOROV, T. (Ed.). **Mikhail Bakhtine: le principe dialogique**. Paris: Seuil, 1981. p. 278-316.

VOLÓCHINOV, V. **Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. São Paulo: Editora 34, 2018.

WARRIER, M. Āyurveda and Mind-Body Healing: Legitimizing Strategies in the Autobiographical Writing of Deepak Chopra. **International Journal of Hindu Studies**, v. 23, n. 2, p. 123-145, 2019.

WHEEN, F. **How Mumbo-Jumbo Conquered the World: A short history of modern delusions**. London: HarperCollins, 2004.

ZHOU, Y. Goodreads data show that women reading self-help books are getting advice from men. **Quartz**, 2017.

ZONG, J.; BATALOVA, J. Asian Immigrants in the United States. **Migration Information Source**, 2016. Disponível em: <<https://www.migrationpolicy.org/article/asian-immigrants-united-states>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

5. A FILOSOFIA SISTÊMICA DE FRITJOF CAPRA: UM OLHAR ECOLÓGICO PARA A FÍSICA E PARA O ENSINO DE FÍSICA²¹

Resumo: Neste artigo, apresentamos a Filosofia Sistêmica de Fritjof Capra. A partir de sua obra é possível distinguir a existência de dois paradigmas (entendidos como molduras filosóficas) no desenvolvimento da ciência moderna: o paradigma mecanicista, inspirado pela Física Clássica, e o novo paradigma, articulado a partir da Física Moderna. Segundo Capra, os problemas complexos do mundo contemporâneo podem ser mais bem enfrentados pelo novo paradigma. Para abordar o tema, apresentamos uma discussão sobre a visão de Capra acerca da natureza da ciência, da Filosofia da Física Clássica e da Filosofia da Física Moderna e suas repercussões em diferentes contextos culturais. Por fim, propomos uma extrapolação do pensamento de Capra indicando possíveis implicações de seu trabalho para a Educação em Ciências, para o Ensino de Física e suas respectivas áreas de pesquisa.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Epistemologia; Filosofia Sistêmica; Fritjof Capra; Misticismo Quântico; Física Quântica; Mecânica Quântica; Física Moderna; Física Moderna e Contemporânea.

Abstract: In this article, we present the Systemic Philosophy of Fritjof Capra. From his work it is possible to distinguish the existence of two paradigms (understood as philosophical frameworks) in the development of modern science: the mechanistic paradigm, inspired by Classical Physics, and the new paradigm, articulated from Modern Physics. According to Capra, the new paradigm deals better with the complex problems of the contemporary world. To introduce this subject, we present a discussion of Capra's view of the nature of science, of the Philosophy of Classical Physics and of the Philosophy of Modern Physics and its repercussions in different cultural contexts. Finally, we propose an extrapolation of Capra's thinking, indicating possible implications of his work for Science Education, Physics Teaching and their respective areas of research.

Keywords: Nature of Science; Epistemology; Systemic Philosophy, Fritjof Capra; Quantum Mysticism; Quantum Physics; Quantum Mechanics; Modern Physics; Modern and Contemporary Physics.

²¹ Uma versão levemente modificada da presente seção foi avaliada e publicada pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n3p704>

5.1. Introdução

A área de Educação em Ciências e, especialmente, de Ensino de Física tem se preocupado com a possibilidade de não apenas discutir conceitos científicos em sala de aula, mas de promover uma reflexão sobre como a própria ciência funciona e interage com diferentes esferas da cultura humana. Existem diferentes abordagens para lidar com tal preocupação. E, de forma geral, podemos apontar, apenas a título de exemplo, a inserção de elementos de História e Filosofia da Ciência (HFC), de Natureza da Ciência (NdC) e de discussões sobre as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no âmbito escolar, como tentativas de fornecer aos alunos um olhar mais profundo e complexo sobre como a ciência funciona e qual seu papel social.

Pode-se, ademais, apontar o texto seminal de Mathews (1988) como o precursor de uma “virada epistemológica²²”, privilegiando a adoção de HFC no âmbito educacional, a qual se tornou uma perspectiva crescente na área de pesquisa em ensino desde então (RUTHERFORD, 2001), juntamente com as discussões CTS (MELO; ALBUQUERQUE; CHRISPINO, 2017; PONTES; MELO; CHRISPINO, 2016; TOLEDO *et al.*, 2016). Esses movimentos buscam promover uma concepção mais ampla do conhecimento científico e da prática científica em comparação com a visão de mundo oferecida pelo ensino bancário²³ (FREIRE, 2013) o qual, muitas vezes, pode ser associado a uma visão positivista (KINCHELOE; TOBIN, 2009) não somente no ensino de Física Clássica, mas também no ensino de Física Moderna e Contemporânea (JOHANSSON *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2018; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017).

Pode-se avaliar o panorama geral de produções acadêmicas sobre perspectivas que discutem NdC no campo educacional (incluindo as abordagens de HFC e CTS) no trabalho de Aikenhead (2003) que apresenta um vasto panorama sobre NdC e CTS na área de Educação em Ciências e o trabalho de Abd-El-Khalick e Lederman (2000), que apresenta uma revisão do impacto de diferentes estratégias na concepção de professores

²² Epistemologia é a área da Filosofia dedicada a estudar a própria natureza do conhecimento. Muitas vezes, usa-se o termo Epistemologia da Ciência como sinônimo de Filosofia da Ciência. Por outro lado, o termo Natureza da Ciência (NdC) é utilizado para se falar de questões não somente epistemológicas, mas também políticas, sociológicas, psicológicas etc.

²³ Freire (2013) indica que a origem do ensino bancário é uma ontologia bancária. Pelo entendimento de que a prática docente é sustentada por visões epistemológicas e ontológicas, um professor não terá uma prática bancária se verdadeiramente adotar uma concepção mais contemporânea de conhecimento.

sobre a ciência. No caso do Ensino de Física propriamente, uma revisão de literatura internacional sobre HFC foi realizada por Teixeira, Greca e Freire (2012).

No contexto nacional da Pesquisa em Ensino de Física, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física tem, historicamente, publicados artigos com foco em HFC, resguardando uma de suas linhas editoriais apenas para tal temática, e publicado artigos teóricos apresentando o pensamento de diferentes autores, filósofos e sociólogos, sobre HFC, NdC e CTS e suas implicações para o Ensino de Física. Em especial, pode-se destacar a existência de trabalhos sobre Popper (SILVEIRA, 1989, 2002), Lakatos (SILVEIRA, 1996), Bachelard (LOPES, 1996), Kuhn (OSTERMANN, 1996), Feyerabend (REGNER, 1996), Laudan (PESA; OSTERMANN, 2002), Fleck (DELIZOICOV *et al.*, 2002) e Latour (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2018).

Uma das questões tratadas pela Epistemologia das Ciências refere-se ao “problema da demarcação”. Discute-se, nesse sentido, se existem ou não critérios que possam claramente diferenciar ciência de não ciência e, caso existam, quais são eles. Pode-se pensar, por outro lado, que a mesma pergunta pode ser feita para a própria Epistemologia. Isto é, existem elementos claros que distingam a Epistemologia de outras áreas do conhecimento? O que caracteriza um certo autor como epistemólogo e outros não? Por que, em revistas especializadas, como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, fala-se de pensadores como Karl Popper, Imre Lakatos, e até mesmo Paul Feyerabend e Bruno Latour, mas, até então, não há nenhum trabalho sobre Fritjof Capra?

Fritjof Capra é um físico austríaco. Recebeu o título de doutor em Física teórica pela Universidade de Viena e dedicou 20 anos a pesquisas teóricas sobre Física de altas energias²⁴. Em 1975, publicou seu livro *O Tao da Física: Uma Exploração dos Paralelos entre a Física Moderna e o Misticismo Oriental* (título original: *The Tao of Physics: An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*) pelo qual ficou internacionalmente famoso. Desde então, dedica-se a discutir sobre ciência, ecologia e sistemas complexos. Embora Capra tenha se proposto, e ainda se proponha, a pensar sobre a Natureza da Ciência, usualmente não se vê a adoção de sua proposta como referencial teórico, exceto em raras exceções, como o trabalho de Harrison (1979). Conforme Capra admite em uma entrevista²⁵, suas obras, embora populares, não entraram nas Universidades. Os Estudos (sociológicos) das Ciências têm reiteradamente mostrado

²⁴ Informações disponíveis em: <<https://www.fritjofcapra.net/about/>>. Acesso em: 9 set. 2019.

²⁵ A entrevista pode ser encontrada em <<https://www.youtube.com/watch?v=ta3fHs9NRoo>>. Acesso em: 8 agos. 2019.

que os critérios de demarcação científica estão sempre atrelados a questões políticas (SHAPIN; SCHAFFER, 1985) e culturais (DASTON; GALISON, 2007) e não podem ser verdadeiramente compreendidos, a menos que se leve em conta as disputas de poder (FOUCAULT, 2018). Da mesma forma, a apresentação de uma Epistemologia da Ciência, enquanto uma disciplina ou área do conhecimento, também envolve disputas e conflitos que servem, em última instância, a um determinado regime de verdade e, por consequência, a um determinado regime de poder (FOUCAULT, 2018).

Assim, se Fritjof Capra, até hoje, nunca foi reconhecido como um filósofo da ciência, isto pouco diz sobre a qualidade de seu trabalho, mas, tão somente, sobre o quanto ele rompe com o paradigma hegemônico e com a estrutura de poder que ele estabelece. Poderia se contra-argumentar que outros autores que desafiam a hegemonia epistêmica da ciência (como Feyerabend e Latour) são reconhecidos pelo meio acadêmico. Apontamos, entretanto, que a análise de Capra, em alguns sentidos, é muito mais radical do que a de alguns epistemólogos frequentemente associados ao relativismo. Primeiramente, ele se arrisca a ultrapassar as linhas demarcatórias da filosofia e da teologia ocidental, buscando paralelos entre a ciência moderna e tradições filosóficas orientais. Fazendo uma descrição sociológica, Fritjof Capra rompe com o que Boaventura de Sousa Santos chama de linhas abissais (SANTOS; MENESES, 2009)²⁶.

Em segundo lugar, Capra descreve a natureza da ciência como sendo coadunada com visões extrativistas do mundo, como o patriarcado, o colonialismo e o capitalismo, desafiando explicitamente não só a estrutura da ciência, mas a estrutura da sociedade ocidental em seus livros *O Ponto de Mutação* (publicado pela primeira vez em 1982) e *A Teia da Vida* (publicado pela primeira vez em 1996).

Em especial, cabe-se ressaltar que, conforme descreve Feyerabend (2011), a ciência moderna foi, em parte, desenvolvida em oposição às instituições religiosas europeias da Idade Média e Moderna. Fazer ciência no período de Galileu, em certo sentido, significava exercer um grande ato de resistência e irreverência frente à estrutura de poder vigente. Conquanto isso, o estabelecimento da ciência enquanto estrutura hegemônica fez com que o pensamento mítico e religioso – antes hegemônico – passasse

²⁶ Ao longo do desenvolvimento da Metrópole, a ciência disputou e disputa com a Filosofia e a Teologia os métodos de obtenção de verdade. Muitos pensadores contra hegemônicos (como Latour e Feyerabend) diluíram o poder da ciência, fortalecendo as outras duas formas de conhecimento metropolitanas. Fritjof Capra fugiu dessa perspectiva eurocentrista (em 1975) e apresentou a Física Moderna como compatível com a moldura filosófica de tradições místicas não europeias no livro *O Tao da Física*.

a ser alvo de rejeição: a vitória da liberdade científica em um primeiro momento viabilizou a deslegitimação de outras formas de cultura e conhecimento (FEYERABEND, 2011), o que é uma das manifestações do que Boaventura denomina “epistemicídio” (SANTOS; MENESES, 2009). “Deus” foi expulso de toda descrição da realidade (LATOURE, 2013) e, dessa forma, as filosofias místicas ganharam um *status* vulgar e marginal e as tradições místicas de povos não europeus ainda mais.

Em *O Tao da Física*, portanto, Capra (2011) rompeu com o silêncio secular da Física, propondo que a moldura filosófica da Física Moderna pode encontrar paralelos no misticismo oriental. Isso não significa dizer que a Física Quântica prova a existência de Deus, da alma ou da reencarnação. Tampouco implica que, ao invés de estudar equações diferenciais, físicos deveriam meditar mais. Capra somente propõe a ideia de que há caminhos para diálogos entre as implicações filosóficas da Física Moderna e a metafísica oriental.

Tal reconhecimento vai ao encontro de diversos estudos historiográficos que têm reiterado a existência de intensos e complexos diálogos entre ciência e espiritualidade. Barbour (1990), por exemplo, propõe quatro tipos gerais de interação entre as duas áreas a partir de dois eixos compatibilidade-incompatibilidade e similar-diferente. Quando são incompatíveis e diferentes, elas se relacionam por conflito. Quando são incompatíveis e similares, elas dialogam. Quando são compatíveis e diferentes, elas são independentes; e quando são compatíveis e semelhantes, elas podem ser integradas. Tal esquema pode ser encontrado em estudos historiográficos como o trabalho de Helge Kragh (2004) sobre a Cosmologia. Pode-se mencionar, também, nessa temática, a análise de Max Jammer (2000) sobre Albert Einstein e a espiritualidade. No trabalho de Bagdonas e Silva (2015), discussões sobre as relações entre religião e ciência em aulas de Física foram identificadas como uma maneira eficiente de estimular reflexões sobre NdC. Dessa forma, os paralelos estabelecidos por Capra, embora possam gerar mal-estar à vertente hegemônica da comunidade da Física e do Ensino de Física, dialoga com perspectivas importantes da História e Filosofia contemporâneas.

Em especial, deve-se ressaltar que chama-se de misticismo quântico correntes que interpretam a Física Quântica a partir de um viés idealista ou mesmo espiritualista (FREIRE JR; PESSOA JR; BROMBERG, 2011; MUSSATO, 2018), e alguns autores classificam Capra como um de seus precursores (MOURA; SANTOS, 2017b; SAITO, 2018). Nós, entretanto, entendemos que Capra não adere explicitamente aos pressupostos do misticismo quântico, embora o estabelecimento dos paralelos possa ter motivado

interpretações subsequentes. Amit Goswami (2006), líder do movimento de ativismo quântico, reconhece que leu Capra, mas que seus paralelos não iam longe o suficiente²⁷.

Mário Schenberg, físico teórico brasileiro de grande prestígio, ex-presidente da Sociedade Brasileira de Física e ex-diretor do Departamento de Física da Universidade de São Paulo, assinou o prefácio da edição brasileira do livro *O Tao da Física*, em que escreve:

O Tao da Física, de Fritjof Capra, é indiscutivelmente um dos livros mais fascinantes das últimas décadas. Sua leitura é necessária aos físicos e estudiosos da Filosofia da Ciência, como a todas as pessoas interessadas em Filosofia da Natureza e da Ciência. (...) A leitura e o estudo de *O Tao da Física* será de grande utilidade para os estudantes de Física, que encontrarão nesta obra sínteses notáveis de algumas questões fundamentais da teoria da relatividade, da mecânica quântica, da teoria quântica de campos e da cosmologia relativista. Poderão também encontrar nela uma introdução às ideias de não-separatividade, que adquiriram tanta importância na teoria quântica atual, desde as discussões suscitadas pelo famoso teorema de Bell.

Em síntese, um dos méritos de Capra é o de reconhecer a existência de uma “moldura filosófica”, chamada por ele de paradigma mecanicista, inspirado na Física Clássica, a qual é responsável pela crise observada na sociedade contemporânea, o que alguns autores chamam de Crise do Antropoceno (crise ambiental, social, política etc.) (FOSTER, 2016). Em contrapartida, o autor reconhece que a Física Moderna enseja uma nova moldura filosófica, ecológica, capaz de apresentar novas soluções para estes problemas complexos, seja na Física, na Economia, na Saúde ou na Psicologia. Com isso, o primeiro objetivo deste trabalho é resgatar o pensamento sistêmico de Fritjof Capra, ressaltando as características dos dois paradigmas segundo o autor. Para tanto, introduzimos conceitos e discussões realizadas por Capra nos livros *O Tao da Física* (2011), *O Ponto de Mutação* (2012a) e *A Teia da Vida* (2012b).

O segundo objetivo consiste em dar um passo no sentido de extrapolar a descrição de Capra, ressaltando as implicações do paradigma mecanicista e do “novo paradigma” para os campos da Educação em Ciências e Ensino de Física e das pesquisas em Educação em Ciências e Ensino de Física. Para tanto, a trajetória a ser seguida é a seguinte: na seção 5.2, discutimos a visão sobre natureza da ciência de Capra; na seção 5.3, apresentamos a Filosofia da Física Clássica e como ela impactou diferentes áreas da cultura; na seção 5.4,

²⁷ Para uma história cultural sobre Fritjof Capra, recomendamos a consulta ao trabalho de Rocha (2015).

apresentamos a Filosofia da Física Moderna e como ela pode impactar nossa sociedade. No fim, na seção 5.5, apresentamos implicações do pensamento de Capra para o Ensino de Física e para a Pesquisa em Ensino de Física.

5.2. Descrição da Ciência e da Prática Científica

Em diferentes trechos de *O Tao da Física* (1989), Capra destaca que as ciências naturais, especialmente a Física, se constituem por um embasamento atitudinal empírico e um pensamento analítico e racional. Contudo, o autor não as coloca como objetivas e livres de valores. Dessa forma, pode-se perceber que o autor não pode ser classificado como um pensador relativista²⁸, uma vez que enfatiza a associação do pensamento analítico racional com a prática empírica como *modus operandis* das ciências – como fazem epistemólogos como Bachelard (2009). Por outro lado, ele reconhece a existência de fatores valorativos e, portanto, subjetivos na construção científica, o que faz o conhecimento desenvolvido ser, sempre, dependente do contexto social. Capra destaca a existência de uma ligação intrínseca entre os padrões observados na natureza pelos cientistas e os padrões de suas mentes, estes relacionados à consciência e a valores pessoais – o que lembra uma espécie de kantismo. Ademais, Capra (2006a) vale-se em suas obras do termo “paradigma” – o que explicita a influência de Thomas Kuhn (1996) sobre seu pensamento.

Há, também, em seu argumento, um reconhecimento de que, em grande parte do trabalho científico, essa dependência de padrões mentais e sistemas de valores não é sempre explícita. Elas se tornam evidentes a partir da análise das estruturas mais abrangentes, como os sistemas de pesquisa nas quais estão inseridas. Nesse sentido, quando trata do aspecto racional do conhecimento científico, o autor não se posiciona acriticamente ao descrever as estruturas sequenciais e lineares de caráter simbólico, abstrato e conceitual desse conhecimento. De fato, muito da sua reflexão envolve enfatizar o reducionismo das investigações intelectuais.

No início da discussão sobre mudança de paradigma e das descrições sobre o trabalho científico em *O Tao da Física*, o autor afirma:

²⁸ Chamamos de relativista às tradições filosóficas que consideram o conhecimento científico equipolente a qualquer outro conhecimento. Pode-se mencionar Feyerabend (1995, 2010, 2011) como um pensador comumente associado a tal perspectiva, por enfatizar atos de contra-indução como os promotores do desenvolvimento científico e por defender que qualquer metodologia possui limites, não havendo uma racionalidade suficientemente abrangente e universal.

É interessante seguir a evolução da ciência ocidental ao longo do seu caminho em espiral, desde as filosofias místicas do dealbar grego, progredindo e cimentando um impressionante desenvolvimento do pensamento intelectual, sucessivamente desligado das suas origens místicas para desenvolver uma visão do mundo em nítido contraste com a do Extremo Oriente. Nos seus mais recentes desenvolvimentos a ciência ocidental ultrapassou finalmente esta visão, e retomou os antigos gregos e a filosofia oriental. Este retomo não é, no entanto, intuitivo, mas baseado em experiências sofisticadas e de grande precisão, e num rigoroso e consistente formalismo matemático (CAPRA, 1989, p. 23).

Ainda nesse sentido, sua descrição de ciência também inclui um “método científico de abstração” (CAPRA, 1989) o qual é caracterizado como eficiente, mas de modo algum ilimitado e onipotente, sendo sua eficiência relacionada ao formalismo matemático e suas limitações relacionadas a uma intrínseca falta de precisão nos modos de expressão cotidianos. Tais relações, como discutimos, são importantes para a construção de alguns dos paralelos entre Física Quântica e aspectos místicos de filosofias orientais.

As limitações do pensamento conceitual no trabalho de descrição da realidade, segundo Capra, estão impressas no método científico de abstração, o que o faz igualmente incapaz de descrever integralmente essa realidade. A pesquisa científica, reflexo de tal método científico de abstração, seria constituída de três partes essenciais: análise empírica de um evento, esquematização de informações experimentais sob o formalismo matemático e, por último, verificação e interpretação das predições dos resultados experimentais e das implicações iniciais. Tais etapas *não* ocorrem de modo categórico e sequencial, mas o papel da experiência sensível é sempre essencial e preceptor à pesquisa. Nesse sentido, observa-se que Capra não acrescenta nenhuma grande ruptura com os esquemas clássicos de descrição da ciência.

No desenvolvimento do produto textual das duas últimas etapas, aquilo que chamamos de teorias ou modelos, as limitações nos modos de expressão cotidianos voltam a ter importância. Para enfrentar tais limites, torna-se necessária a construção de modelos mais abrangentes de comunicação que melhor se adaptem a critérios de compreensão estabelecidos na última etapa, a de verificação e interpretação das predições dos resultados experimentais e das implicações iniciais. Tratando de forma cada vez mais preciosista os códigos e conceitos dos nossos sistemas intelectuais, dando-lhes uma forma mais arrojada, fazemos mais interligações rigorosas e distanciamos-nos do mundo concreto. Para representar esse distanciamento, o autor se refere frequentemente ao lema

“o mapa não é o território” de Alfred Korzybski. A partir deste lema, Capra desenvolve uma comparação na qual o “mapa” representa os modelos, códigos e símbolos consistentes do formalismo matemático, mas que são sempre apenas representações aproximadas do “território” que é ao que de fato atribuímos caráter de materialidade.

De todas as características da Natureza da Ciência ressaltadas por Capra, entendemos que o conceito de “paradigma”, tomado da filosofia de Kuhn, foi de grande importância para o desenvolvimento de sua obra, sendo definido como o conjunto de valores, concepções e técnicas compartilhadas pela comunidade científica para determinar e resolver os problemas legítimos (CAPRA, 2012b). Nesse sentido, quando olhamos a ciência, podemos reconhecer nela uma moldura, ou estrutura, filosófica (CAPRA, 1989) ou o que alguns autores poderiam chamar de cosmovisão (BUNGE, 2016).

Nesse sentido, o ponto central da proposta de Fritjof Capra é mostrar que a moldura filosófica da Física Clássica, chamada de paradigma mecanicista, embora tenha subsidiado o desenvolvimento de diversas ciências e de diversas áreas culturais, não é mais suficiente para lidar com as questões da sociedade contemporânea como, por exemplo, de que maneira podemos integrar conhecimentos físicos, biológicos, químicos, cognitivos e sociais para ajudar a construir comunidades sustentáveis. Por outro lado, a moldura filosófica que surgiu com o desenvolvimento da Física Moderna, o que Capra chama de paradigma ecológico, apresenta-se como um caminho necessário e potente para lidar com as dificuldades do mundo no século XXI. Nas próximas seções, apresentaremos os dois paradigmas da visão de Capra, bem como suas implicações para a nossa sociedade.

5.3. Filosofia da Física Clássica

O desenvolvimento da Física Clássica é, usualmente, associado aos trabalhos de vários indivíduos entre os séculos XVI e XVII, dos quais destacamos Galileu Galilei (1914), segundo o qual a ciência seria capaz de desvendar, ou descobrir, as verdades (ou essências) do mundo – o que pode ser classificado como uma visão essencialista (POPPER, 1963). Além de Galileu, os trabalhos de Descartes (2001) e Bacon (1984) tiveram grande impacto na descrição da ciência moderna (AMÉRICO, 2001). Enquanto a proposta de Bacon ressalta a importância da empiria e da experimentação, o trabalho de Descartes enfatiza a razão como fonte de saber, subsidiando as duas grandes vertentes do pensamento moderno: o empirismo e o racionalismo.

Capra (2006a, 2006b) ressalta especialmente que a classificação de Descartes dos entes do mundo em *res cogitans* e *res extensa* implicou o desenvolvimento da percepção da natureza como algo inerte, desprovido de vida e que, portanto, era completamente passível de ser explorado. Tal descrição sobre a gênese da ciência moderna está alinhada com o pensamento de outros autores pós-modernistas (ou, pelo menos, não modernistas) (LATOURE, 1999; SANTOS, 2008). Ademais, a visão de Universo como um grande relógio proposta por Descartes enfatizava a ideia de um mundo determinista no qual as leis, uma vez descobertas, seriam capazes de descrever passado, presente e futuro, como também propôs Laplace posteriormente.

Embora tenha sido Descartes uma das primeiras personagens de destaque a tratar dessa visão de mundo mecanicista, Newton foi capaz de contribuir fortemente com o arcabouço teórico para fazer o Grande Relógio do Universo começar a girar (CAPRA, 2012a). O desenvolvimento dessa visão tirou da Física, em grande parte, o interesse pela questão da vida, da consciência e de aspectos subjetivos, uma vez que a *res extensa* deveria ser desprovida de todas essas qualidades.

Aos olhos dos físicos da Idade Moderna, as concepções supracitadas transformaram a realidade em um intrincado sistema mecânico. Nas palavras do autor, “[A] divisão «cartesiana» permitiu aos cientistas tratar a matéria como morta, e completamente separada de si próprios” (CAPRA, 1989, p. 25). Pode-se entender a partir da narrativa de Capra (2006) que essa visão da natureza como algo inerte é um dos fatores que viabilizou a vontade humana de explorá-la como um conjunto de objetos isolados. Tal visão de relação entre visão de mundo e atividade de exploração também é defendida por Santos e Meneses (2009), Latour (2013) e Arendt (2007). Nesse sentido, Capra, baseado nas discussões ecofeministas (MIES; SHIVA, 2014), ressalta que a ciência é mais um braço do patriarcado. Dessa forma, o desenvolvimento científico-tecnológico é apenas uma outra dimensão do machismo e do racismo estruturantes. Na área de Educação em Ciências, pode-se encontrar ideias semelhantes nos trabalhos de John Lemke (2011) que aponta o caráter machista e conservador da ciência.

Ademais, um elemento essencial da visão cartesiana que se sustenta até o presente é o método reducionista (ou atomista). Isto é, para resolver um problema complexo, deve-se reduzi-lo em pequenos problemas passíveis de serem resolvidos. Ao resolver cada situação individualmente, estaria se progredindo no sentido de resolver o problema maior. É dessa forma, que fenômenos complexos, como a sociedade, são reduzidos a fenômenos

biológicos, que são reduzidos a fenômenos químicos, que são reduzidos a fenômenos físicos, que são reduzidos a equações matemáticas.

Para Capra, os primeiros passos em direção a uma ruptura com a Física newtoniana são dados por Faraday e Maxwell na substituição do conceito de força, elemento-chave da descrição objetiva de Newton, pelo conceito de campo, uma quantidade ainda mais enraizada na metafísica, possuindo seu próprio nível de realidade “sem qualquer referência aos corpos materiais” (CAPRA, 1989)²⁹.

Essa primeira tentativa de ultrapassar os limites do pensamento físico de Newton são comedidos, de tal forma que mesmo Maxwell ainda buscava uma interpretação mecanicista dos resultados de seu trabalho (CAPRA, 1989, p. 54). No final do século XIX, porém, as implicações da eletrodinâmica de Maxwell já competiam com o protagonismo da visão newtoniana, demonstrando um desequilíbrio na tentativa de se construir uma visão única, integral e objetiva do mundo.

5.3.1. *Implicações da Física Clássica para outras áreas da Cultura*

Devido aos vários sucessos advindos da visão cartesiana, a cosmovisão mecanicista não ficou circunscrita à descrição do movimento de partículas clássicas na Física newtoniana. Ela passou, segundo Capra (1989), a ser o paradigma hegemônico de toda sociedade ocidental moderna. Tudo, absolutamente tudo no Universo, tornou-se passível de ser estudado como uma peça morta em um sistema mecânico como um relógio. Em especial, em *O Ponto de Mutação*, Capra (2006b) ressalta quatro áreas influenciadas pela visão mecanicista: a concepção de vida, a concepção de saúde e cura, a psicologia e a economia³⁰.

Embora a definição de vida seja discutida em *O Ponto de Mutação* (2012a), em *A Teia da Vida* (CAPRA, 2012b), Capra se dedica unicamente a esse tema. Nesse livro, o autor ressalta a descrição mecanicista do sistema sanguíneo feita por William Harvey em 1628 a qual motivou a escrita de tratados como *O Homem uma Máquina* de Julien de La Mettrie em 1748.

O desenvolvimento da química, entretanto, conduziu a uma complexificação da concepção do ser humano, sem deixar, entretanto, de lado o pensamento mecanicista.

²⁹ Para uma discussão sobre a importância do conceito de campo no desenvolvimento da Física, sugerimos o trabalho de Albert Einstein (2006).

³⁰ O detalhamento da influência do paradigma newtoniano em outras áreas é feito em *O Ponto de Mutação* por mais de 250 páginas. Nesta seção, temos a intenção de apenas traçar as linhas gerais da análise de Capra.

Conforme já comentamos, tal visão é traduzida na concepção reducionista de que os fenômenos biológicos podem ser reduzidos às leis da química, e essas às leis da Física. Desde o século XIX, o determinismo newtoniano passou a ser traduzido no determinismo genético, reforçando que a concepção de mundo mecanicista não foi abandonada, mas apenas adaptadas às novas descobertas da biologia.

A concepção de cura e tratamento do pensamento mecanicista é uma consequência direta de sua concepção de vida (CAPRA, 2012a). Se o organismo vivo é uma máquina, cabe ao médico reconhecer a peça defeituosa para consertá-la. Tal visão de saúde, chamada por Capra de modelo biomédico, conduziu a superespecialização da medicina, dentro de uma concepção reducionista de saúde, ignorando, muitas vezes, as relações sistêmicas do corpo e as relações do próprio corpo com o seu ambiente. Tal visão, ademais, excluiu qualquer “significado” existencial que poderia ser atribuído à doença e à morte, preocupando-se apenas com questões técnicas. O modelo biomédico também não leva em consideração questões emocionais, espirituais e de bem-estar do paciente. Capra não quer com isso desprezar ou menosprezar a medicina científica. Pelo contrário, percebendo seu valor e muitos sucessos, reconhece suas limitações e a necessidade de complementação com uma visão holística.

A psicologia, também, no paradigma mecanicista, adota uma visão não ecológica, isto é, sem analisar a relação do sujeito com o ambiente e com outros seres, descrevendo as características da mente (enquanto um ente intrínseco) no caso da psicanálise de Freud ou do comportamento no caso de behaviorismo. A proposição de uma psicologia científica, pautada na noção de ciência herdada da Física newtoniana, também promoveu uma negação da espiritualidade como dimensão intrinsecamente humana e de qualquer fenômeno relacionado à consciência e a seus estados alterados (CAPRA, 2012a).

Por fim, a visão mecanicista foi traduzida na economia como a noção de que seria possível promover uma ciência econômica livre de valores e crenças subjetivas, assim como a mecânica newtoniana alega ser (CAPRA, 2012a). Os economistas, de uma forma geral, tendem a negar a base axiológica de seus trabalhos, afirmando promover uma ciência neutra e objetiva. Dentro desse contexto, o modelo de desenvolvimento econômico capitalista encontra dificuldades em acabar com contradições quando confrontado por questões ecológicas. Essa lógica de exploração também herda a noção de natureza inerte que poderia ser explorada sem nenhuma consequência social ou moral.

5.4. Filosofia da Física Moderna

Antes de tratar extensamente da moldura filosófica da Física Moderna em O Tao da Física, Capra (2011) lida com a contextualização de eventos do início do século XX, começando pelo trabalho de Albert Einstein e os revisionismos aos quais são submetidos os conceitos de espaço e tempo absolutos, além das novas perspectivas sobre a realidade, estrutura e organização dos átomos e da matéria.

O autor destaca os esforços intelectuais daqueles que “ultrapassaram os limites da Física newtoniana” de maneira veemente, reconstruindo as origens da Física Moderna a partir dos dois artigos de 1905 escritos por Einstein (1905a, 1905b). Consequentemente, são destacadas a teoria da relatividade e a nova concepção sobre radiação eletromagnética como esforços científicos extremamente relevantes e também como “monumentos intelectuais imponentes – as pirâmides da civilização moderna” (CAPRA, 1989, p. 55). Nesse sentido, é evidente que a busca de Einstein por uma Física unificada e harmoniosa também participam da narrativa de Capra sobre o século XX.

A partir disso, seguem-se as investigações sobre as estruturas dos átomos encabeçadas por Rutherford e Bohr. Ambos foram responsáveis por atualizar as escalas e a organização do átomo, atribuindo a ele não mais aquela qualidade de ponto sólido e indestrutível, mas de um corpo microscópico formado por um núcleo muito pequeno, como já propunha Thomson, e amplas regiões de espaço contornadas por partículas ainda menores, os elétrons. Tais estudos foram acompanhados dos trabalhos de de Broglie, Schrödinger, Pauli, Heisenberg e Dirac em algo que Capra descreve como um levantamento conjunto de esforços que atravessou diversas fronteiras nacionais e levou ao encontro da formulação matemática adequada para a Física Quântica.

Nessas investigações, a comunidade científica foi confrontada com aspectos dualísticos e abstratos das entidades subatômicas e das radiações eletromagnéticas cujo efeito sobre a imaginação dos físicos foi destruidor (CAPRA, 1989). Para tratar profundamente sobre esses efeitos, Capra retorna, em seu argumento, ao início do século XX e destaca o trabalho de Planck e seu *quantum* de ação o qual, poucos anos à frente, foi expandido e apresentado por Einstein como algo mais próximo de um aspecto fundamental da natureza. As contradições aparentes no comportamento da luz e das demais formas de radiação eletromagnética causaram revisionismos nas concepções mecanicistas sobre a realidade da matéria e culminaram na visão quântica, que descreve as menores partes do nosso mundo em termos de padrões de probabilidade.

Aproximando-se da segunda metade do século XX e do fim da contextualização, Capra apresenta os trabalhos científicos envolvendo a identificação de novas e diversas

partículas que são capazes de alterar quaisquer concepções ingênuas de um físico sobre a existência de unidades elementares de matéria no nosso Universo. Afinal, na época da publicação da segunda edição de *O Tao da Física*, em 1983, mais de duzentas partículas eram conhecidas.

Apesar de admitir uma persistência em uma ampla busca por “blocos de construção básicos” na identificação da diversidade de partículas subatômicas, Capra reconhece que tais esforços pavimentaram a generalização do senso de que os adjetivos “elementar” e “fundamental” já não constituem uma tradução adequada a conceitos dos modelos quântico-relativísticos.

O tratamento que Capra dá à contextualização da Física Moderna flui de maneira coerente com a narrativa dos livros didáticos da área (LIMA et al., 2017, 2018, 2019a; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). Alguns conflitos entre programas de pesquisa são praticamente omitidos (como a divergência do trabalho de Schrödinger frente as primeiras concepções da nova Física Atômica do século XX) em contraponto com algumas discussões que são realçadas (como as argumentações presentes nos textos de Bohr, Heisenberg e Einstein) e delineiam o argumento construído.

Ao falar da Física Moderna, e principalmente da Física Quântica, o autor descreve um saber demasiadamente abstrato, probabilístico e interconectivo. O estudo de pontos em comum entre Física Quântica e aspectos místicos das filosofias orientais é construído não para unir a comunidade física em um grande cerimonial de meditação e paz transcendental, mas sim para ajudar a compreensão de abstrações advindas do formalismo da Física Quântica e para expor a natureza aos nossos métodos de investigação de uma maneira inovadora e, possivelmente, mais adequada. Nesse sentido, Capra reforça que a união entre Física Moderna e misticismo oriental se dá no nível da moldura filosófica – isto é – em sua cosmovisão relacional e processual, em oposição ao reducionismo e objetivismo cartesianos.

A criteriosidade dos paralelos é destacável principalmente nos contraexemplos em que Capra (1989) demonstra não tomar qualquer comparação como construtiva ou verdadeira apenas pela possibilidade de ser feita. Além disso, o autor afirma que reconhecer paralelos entre a ciência ocidental e o misticismo oriental não significa aceitar que a ciência está apenas redescobrendo conhecimentos milenares que já foram formalizados por sábios orientais, nem que seria necessário aos físicos deixarem de lado as metodologias de suas pesquisas para começar a meditar ou aceitar que exista uma influência mútua, ou uma síntese, entre a ciência e o misticismo (CAPRA, 1989). Assim,

ressaltamos que os paralelos não significam que os místicos chegaram às conclusões científicas, mas tão somente que sua cosmovisão é compatível com as descobertas da Física Moderna.

A primeira concepção mística alinhada às descobertas da Física Moderna é a noção de que todos os fenômenos são manifestações de uma realidade única e fundamental. À semelhança de Einstein, que buscava uma teoria de campo unificado, os místicos orientais consideram uma entidade subjacente como a única realidade: todas as suas manifestações fenomênicas são vistas como transitórias e ilusórias. Deve-se notar que, assim como no caso dos pensadores orientais, a busca de Einstein por tal concepção também é reconhecida como tendo origens metafísicas – a dizer – sua noção de Deus (JAMMER, 2000). “Esta realidade do misticismo oriental não pode ser identificada com o conceito de campo quântico da física porque essa realidade é tida como a essência de *todos* os fenômenos neste mundo e, conseqüentemente, está para além de todos os conceitos e ideias. O campo quântico, por outro lado, é um conceito bem definido que vem dar conta de alguns fenômenos físicos.” (CAPRA, 1989, p. 125, grifo no original).

Ainda com relação a essa unidade, Capra comenta sobre o problema da medição na Física Quântica. Diferentemente da Física Clássica na qual, usualmente, é possível prever e determinar o efeito da medida no sistema observado (apesar de eventualmente ainda lidar com probabilidades), na Física Quântica, a medida desempenha um papel muito mais essencial, pois determina a projeção do sistema sobre um determinado autoestado (PESSOA JR., 2003). Não só isso, mas o próprio arranjo experimental, conforme montado pelo cientista, determina as propriedades do sistema a ser analisado. Dessa forma, pode-se interpretar que o observador possui alguma influência sobre as propriedades do sistema quântico. Embora algumas interpretações da Física Quântica tenham sugerido a noção de que é a consciência que é responsável pelo colapso da função de onda (GOSWAMI, 1990), Fritjof Capra não se compromete com tal tipo de interpretação no livro *O Tao da Física*. A visão de Capra, nesse sentido, é próxima a que Niels Bohr apresenta em diálogos com Heisenberg (1971).

A segunda concepção mística que se alinha com descobertas da Física Moderna, que, de certa forma, é consequência da visão de Unidade, é a ideia de que propriedades opostas são complementares. Capra traz o Taoísmo e sua concepção de equilíbrio de yin-yang para discutir essa perspectiva filosófica. De acordo com o Taoísmo, a natureza deve buscar um equilíbrio entre essas duas “forças” e, na verdade, cada uma delas possui dentro de si a semente do seu oposto – é isso que é representado no símbolo do yin-yang com

um ponto de cor oposta em cada parte da figura. Capra comenta: “Energia e matéria, ondas e partículas, movimento e repouso, existência e não existência – estes são alguns dos conceitos opostos, ou contraditórios, que são transcendidos na física moderna” (CAPRA, 1989, p. 129). Deve-se lembrar que tal relação entre Física Moderna e Taoísmo não é invenção de Capra, mas era a percepção do próprio Niels Bohr. Mostramos, na Fig. 1, o brasão de Bohr, no qual o símbolo taoísta é mostrado e aparece em latim o ditado: “Os opostos são complementares”. Com isso, ressaltamos que a noção de Complementaridade como um princípio filosófico mais amplo fora explorada pelo próprio Bohr.



Figura 1 – Brasão de Niels Bohr. Imagem adaptada de
 <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coat_of_Arms_of_Niels_Bohr.svg>.

Além dessa cosmovisão unificante, a filosofia mística oriental ainda apresenta a noção de que a realidade que experienciamos não é sólida, mas vazia. Para o Budismo, por exemplo, a realidade que experienciamos no período de vigília é muito similar à experienciada no sonho – em ambos os casos é a mente que está projetando aquilo que percebemos. Para Buda, a essência última da realidade é o vazio de qualquer existência inerente. Embora essa não seja a visão da Física Moderna, pode-se entender que para um místico oriental seria muito mais fácil aceitar a visão atomista contemporânea do que para um cartesiano moderno, que acreditava na noção de substância material.

Ainda, na visão oriental, o universo nunca é composto por elementos estáticos – tudo, absolutamente tudo, está em constante mutação. Isso é representado pela noção de

Dança de Shiva – o deus da destruição. Na filosofia oriental, assim, a destruição e a morte não são vistas como algo negativo – mas como parte do processo de existência da própria realidade. Mais uma vez, para um adepto dessa visão de mundo, é muito mais fácil aceitar que, no nível quântico, as partículas não estão imóveis em um corpo sólido, estão a todo tempo interagindo, absorvendo e emitindo radiação, e, mesmo no vácuo, há criação e aniquilação de partículas a todo momento. Em 2004, o CERN (Conselho Europeu para Pesquisas Nucleares) inaugurou uma estátua de Shiva no interior da instituição (Fig. 2), mencionando o trabalho de Capra.



Figura 2 – Estátua de Shiva no CERN, mencionando a metáfora de Capra. Imagem retirada de <http://www.fritjofcapra.net/shivas-cosmic-dance-at-cern/>.

De acordo com o site de Capra (2004), a placa traz as seguintes menções:

Mais recentemente, Fritjof Capra explicou que “A Física Moderna mostrou que a criação e a destruição não se manifestam somente nas estações do ano e no nascimento e na morte das criaturas vistas, mas é a essência básica da matéria inorgânica” e que “para o Físico moderno, a dança de Shiva é a dança da matéria subatômica.” (...) É realmente como Capra conclui: “Centenas de anos atrás, artistas indianos criaram imagens visuais de Shiva dançando em belas séries de bronze. No nosso tempo, os físicos usaram as tecnologias mais avançadas para retratar a dança cósmica. A metáfora da dança cósmica, portanto, unifica mitologia antiga, religião e física moderna”.

Em especial, Capra alinha seu pensamento a uma perspectiva ontológica desenvolvida no contexto da Física Quântica – a filosofia *bootstrap*, a qual se opõe radicalmente à tradicional Física de partículas, pois considera que a natureza não pode ser reduzida a entidades fundamentais, como as partículas elementares e os campos

fundamentais. Em contrapartida, a natureza é entendida a partir da sua própria autoconsistência, sendo os seus componentes consistentes entre si e consigo mesmo (CHEW, 1968). Essa visão de mundo proposta por Geoffrey Chew é chamada de filosofia *bootstrap* e deriva da teoria da Matriz-S iniciada por Heisenberg na década de 1940 (ROCHA, 2017). A ideia central da Matriz-S é a de que todas as propriedades dos hádrons podem ser determinadas sem a necessidade de introduzir parâmetros empíricos arbitrários, como as partículas elementares (*quarks*). Em artigo publicado na década de 1940, Heisenberg (1943) mostrou que a Matriz-S é capaz de fornecer, a partir de quantidades observáveis do estado inicial – como as “seções de espalhamentos”, os “tempos de vida médios” e as “energias de ligação” –, quantidades observáveis do estado final, sem a necessidade de postular a existência de objetos inobserváveis como as partículas elementares.

Essa nova concepção de autoconsistência dos sistemas hadrônicos, ou seja, a possibilidade de determinar probabilidades de hádrons sem a inserção de parâmetros empíricos arbitrários e com a priorização de um entendimento global dos fenômenos, pode levar a uma interpretação holística da natureza (ROCHA, 2017). Capra percebeu que a filosofia *bootstrap* leva, de fato, a uma nova visão de mundo. Para o autor, a filosofia *bootstrap* é a que mais se aproxima do pensamento oriental, não só pela sua filosofia em si, mas também pela sua concepção de matéria. Para Capra, a filosofia *bootstrap* constitui a rejeição final dos ideais mecanicistas pela nova visão de mundo da Física Moderna. Geoffrey Chew com sua filosofia, na visão de Capra, dá o terceiro passo revolucionário na Física do século XX, depois de Einstein e a relatividade; e Bohr e Heisenberg com sua interpretação da Mecânica Quântica (CAPRA, 2011).

Sintetizando, a moldura filosófica do novo paradigma pode ser descrita em seis aspectos (CAPRA, 2011): 1) não reducionista; 2) foco em processos e não estruturas; 3) é uma ciência epistêmica (ciência que leva em conta o papel do cientista, da teoria e dos instrumentos nos resultados obtidos) e não objetiva; 4) é uma ciência em rede, sem bases fundacionais; 5) não busca verdades, mas descrições aproximadas e 6) adota um comportamento cooperativo e de não-violência ao invés do ideal de exploração da ciência tradicional.

5.4.1 Implicações da Filosofia da Física Moderna para outras áreas da Cultura

Assim como a filosofia da Física Clássica impactou o desenvolvimento de diversas ciências e áreas da cultura, Capra apresenta estudos e pesquisas que são

desenvolvidos em consonância com a moldura filosófica da Física Moderna. Isso não significa, entretanto, defender uma visão de mundo idealista, espiritualista ou subjetivista. O ponto principal da moldura filosófica se dá em sua perspectiva não-reducionista, ecológica (sistêmica) e, portanto, relacional. Essa visão é, então, apresentada para repensar o conceito de vida, saúde e cura, psicologia e economia (CAPRA, 2012a).

No livro *A Teia da Vida*, Capra (2012b) discute uma noção sistêmica de vida. Em oposição à visão cartesiana, um organismo vivo não pode ser entendido como um relógio, mas como um sistema complexo e aberto que depende da relação interna de seus componentes e da relação com o ambiente. Nesse livro, Capra apresenta a contribuição de diferentes pesquisadores, principalmente da área de sistemas termodinâmicos complexos e não lineares, para discutir a vida como um fenômeno também físico. Essa visão relacional da vida pode ser encontrada em diversos autores e, hoje, discute-se o fato de que, ao invés de pensarmos apenas que uma espécie reúne diferentes indivíduos, um indivíduo é um conjunto de várias espécies (LIDGARD; NYHART, 2017). Isto é, no caso do ser humano, por exemplo, precisamos levar em conta todo conjunto de microrganismos que funcionam no corpo e impactam diretamente na saúde do organismo. Assim, o indivíduo vivo nunca pode ser estabelecido isoladamente, mas em relações ecológicas.

Assim, a visão de tratamento e de saúde não pode ser entendido como o problema de consertar uma peça isolada em um relógio. Capra ressalta que a definição de saúde da OMS já leva em conta esses aspectos quando define saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades”, ou seja, diferentemente do modelo biomédico cartesiano, a nova moldura filosófica enseja a busca por práticas e terapias que promovam bem-estar psíquico e social. Isso significa reconhecer que a saúde também ocorre “fora da pele”: uma sociedade saudável é necessária para que haja indivíduos saudáveis – reforçando a visão ecológica de saúde. Com isso em mente, Capra reconhece que terapias desenvolvidas fora do âmbito científico, como Terapias Integrativas, podem servir ao desenvolvimento da saúde dentro de uma concepção holística. No Brasil, o desenvolvimento de Terapias Integrativas tem sido uma das tônicas das políticas públicas de saúde recentes, o que tem causado controvérsia na comunidade científica (LIMA; NASCIMENTO, 2018).

Em especial, para entender a saúde mental é necessário, também, romper com a psicologia cartesiana e entender os aspectos ecológicos da mente (CAPRA, 2012a). Nesse sentido, Capra ressalta a psicologia junguiana como um exemplo de visão sistêmica da

mente (BATESON, 2000). Em especial, os conceitos de sincronicidade e de forças psíquicas de Jung teriam alguma influência ou diálogo com a filosofia da Física Moderna.

Por fim, a concepção filosófica ecológica se opõe à ruptura entre natureza e sujeito e deixa de entender a realidade como algo inerte pronto para ser explorado. Por isso, para Capra, um mundo ecológico é necessariamente um mundo não capitalista, uma vez que o capitalismo se desenvolve a partir da possibilidade de exploração da natureza. Para Capra, o capitalismo, o machismo e o racismo são diferentes manifestações da mesma concepção de mundo patriarcal, que acredita que o homem branco pode explorar tudo ao seu redor. Principalmente a partir de obras como *A Teia da Vida* (CAPRA, 2012b), a visão de Capra parece se alinhar com tendências neomarxistas e com o feminismo, mais especificamente com o ecofeminismo (MIES; SHIVA, 2014), uma vertente vinculada à ecologia. Esse alinhamento se torna claro em suas argumentações a favor da substituição do modelo de desenvolvimento exploratório por um modelo sustentável (CAPRA, 2002).

5.5. Implicações para o Ensino de Física e para a Pesquisa em Ensino de Física

Nesta seção, apresentaremos hipóteses sobre a forma com que o paradigma tradicional moldou o sistema educacional em geral, e o Educação em Ciências em particular, desde sua estrutura até suas metodologias. Também vamos discutir de que maneira as pesquisas na área de ensino, que seguiram a mesma postura filosófica hegemônica, contribuíram para a manutenção dos ideais do paradigma tradicional. Ademais, discutimos de que forma a nova moldura filosófica apresentada por Capra pode contribuir para uma alteração nos processos pedagógicos e de pesquisa na área da Educação em Ciências.

5.5.1. O Ensino de Física

O paradigma newtoniano-cartesiano não influenciou apenas a ciência do século XIX e de boa parte do século XX, mas, também, a educação em todos os seus níveis de ensino. Como vimos anteriormente, esta forma de pensamento propõe a fragmentação do todo, que se refletiu, nas escolas, na repartição do conhecimento em áreas, em cursos e em disciplinas. Essa influência não se revela, entretanto, apenas na estrutura organizacional do conhecimento, mas também na própria prática pedagógica. A percepção de que o processo pedagógico pode ser apartado de outras dimensões da sociedade, como política e economia, é herança da visão cartesiana de separação entre

natureza e seres humanos. Para Contreras (2002), as práticas docentes pautadas pela lógica cientificista têm como foco apenas a melhoria da eficiência do processo de ensino, incorporando soluções instrumentais desenvolvidas a partir de uma concepção positivista. Dessa forma, ainda que a fragmentação do conhecimento possa trazer possíveis benefícios, como o domínio e acúmulo de conhecimento pela especialização, os problemas da sociedade contemporânea exigem a adoção de uma concepção sistêmica sobre a realidade e a informação.

6.5.1.1. Visão Mecanicista no Ensino de Física

Capra (2012a) mostrou que o pensamento mecanicista impactou historicamente diferentes áreas do conhecimento como a biologia, a medicina, a economia e a psicologia. Este impacto não foi menor no campo educacional. Na sala de aula pautada por este paradigma hegemônico, o professor é o detentor do saber, aquele que assume uma posição de superioridade em relação aos alunos. A tarefa docente consiste em transmitir todo o seu conhecimento acumulado ao longo dos anos de especialização em determinada área do conhecimento. O papel dos estudantes, por sua vez, é o de assimilar, memorizar e reproduzir, da melhor maneira possível, aquilo que lhes foi transmitido. Esse cenário é observado tanto em espaços da educação básica como da educação superior. Ao caminhar por corredores de escolas ou de universidades, salvaguardadas algumas exceções, pode-se observar professores explicando os conteúdos pelos quais reservam extremo carinho e devoção e os alunos espectadores copiando tudo aquilo que é transmitido pelo mestre. Nesses termos, o bom professor é aquele que domina o seu conteúdo, é exigente e severo, tendo o silêncio e a disciplina como condições essenciais para o ensino conservador e reprodutivo (BEHRENS, 1999). De certa forma, o paradigma mecanicista subsidia o que Freire (1997) denomina de educação bancária, o que Boaventura (SANTOS; MENESES, 2009) denomina de epistemicídio e Lemke (2011) de [educação] conservadora e machista.

As práticas pedagógicas ainda reproduzem uma sistemática pautada pelos pressupostos que deram origem ao campo educacional. Os processos de aprendizagem são entendidos, nesse sentido, como lineares e bem determinados, como se ensino e aprendizagem pudessem ser separados um do outro. O professor transfere todo o seu conhecimento, que já havia sido criado por cientistas antes dele, e o aluno consegue assimilar tudo inequivocamente. Esta é uma influência direta do determinismo presente no paradigma mecanicista, mais especialmente uma consequência da divisão entre o eu e

o mundo proposta por Descartes. Esse modelo de epistemologia docente é denominado por Contreras (2002) como racionalista técnico.

Todo o sucesso da Mecânica newtoniana observado nos séculos XVIII e XIX fez com que seus pressupostos e implicações se cristalizassem nas práticas pedagógicas docentes, tanto na Física, como nas outras áreas. No caso do Ensino de Física, a despeito do surgimento da Física Moderna, que exige uma nova postura filosófica para seu entendimento e compreensão (CAPRA, 1989) e da sua inserção nos bancos escolares na metade final do século XX (OSTERMANN; MOREIRA, 2000), o que se observa em linhas gerais é a manutenção de práticas tradicionais de ensino, como se fosse possível ensinar esta nova Física tendo como base o velho paradigma (JOHANSSON *et al.*, 2018). Quer dizer, por mais que os professores de Física estejam trabalhando conceitos contemporâneos de Física, não conseguem se despir dos hábitos clássicos de pensamento e de ação (MERMING, 1974), fato semelhante ao ocorrido com a maioria dos físicos em atuação (CAPRA, 1989).

Como discutido previamente, apesar de reconhecermos que o paradigma mecanicista tenha subsidiado o surgimento de diversas áreas da cultura, ele não pode mais ser utilizado para a interpretação das questões complexas que envolvem a sociedade contemporânea como apontado pelos pensadores do movimento CTS (AULER, 2018) – afinal, saber calcular a força sobre um bloco em um plano inclinado com atrito pouco ajuda a decidir sobre questões como o aquecimento global, distribuição de energia, futuro da previdência, entre tantas outras questões que interessam. Esta nova linha de ação deve se estender às práticas pedagógicas dos professores em geral e dos professores de Física em particular (MOURA, 2019; NASCIMENTO *et al.*, 2019). Na próxima seção, apresentamos uma reflexão sobre de que maneira a visão ecológica de Capra pode contribuir com essa discussão.

6.5.1.2. Visão Ecológica no Ensino de Física

As mudanças substanciais da virada do século XX e, em especial, do paradigma da ciência podem conduzir ao repensar do sistema educacional e das práticas pedagógicas desenvolvidas nas escolas e nas universidades. Capra nos indica que estamos passando por uma crise profunda na sociedade, uma crise complexa e multidimensional, a qual afeta diversos aspectos da nossa vida (CAPRA, 2012a). Para enfrentar essa complexidade, o autor nos apresenta uma visão de mundo baseada na interdependência e na busca de uma dimensão de totalidade. Nas palavras do autor:

Em contraste com a concepção mecanicista cartesiana, a visão de mundo que está surgindo a partir da física moderna pode caracterizar-se por palavras como orgânica, holística e ecológica. Pode ser também denominada visão sistêmica, no sentido da teoria geral dos sistemas. O universo deixa de ser visto como uma máquina, composta de uma infinidade de objetos, para ser descrito como um todo dinâmico, indivisível, cujas partes estão essencialmente inter-relacionadas e só podem ser entendidas como modelos de um processo cósmico (CAPRA, 2012a, p. 75).

Entende-se que essa visão de mundo pode contribuir com a reformulação da estrutura organizacional do ensino e também com as práticas pedagógicas dos professores (BEHRENS, 2005; MORAES, 2007). Capra não trata especialmente do campo educacional nas suas obras, contudo, a partir do entendimento de que a visão de mundo apresentada serve de *background* para todas as áreas, a reflexão sobre uma nova perspectiva de ensino pode ser muito bem desenvolvida. Sobre a mudança de paradigma na educação, Moraes destaca que:

A ciência está exigindo uma nova visão de mundo, diferente e não fragmentada. A atual abordagem que analisa o mundo em partes independentes já não funciona. Por outro lado acreditamos na necessidade de construção e reconstrução do homem e do mundo, tendo como um dos eixos fundamentais, a educação, reconhecendo a importância de diálogos que precisam ser restabelecidos, com base em um enfoque mais holístico e em um modo menos fragmentado de ver um mundo e nos posicionarmos diante dele. Já não podemos prescindir de uma visão mais ampla, global para que a mente humana funcione de modo mais harmonioso no sentido de colaborar para a construção de uma sociedade mais ordenada, justa, humana, fraterna e estável (MORAES, 2007, p. 20).

Em contraponto à fragmentação das disciplinas e áreas do conhecimento dentro da escola, produto do paradigma mecanicista, é necessário investir na interdisciplinaridade para dar conta da complexidade dos problemas modernos. É importante destacar que não estamos nos referindo à interdisciplinaridade como uma simples junção de disciplinas, o que resultaria apenas em uma reestruturação curricular, mas sim em uma nova postura frente ao conhecimento (FAZENDA, 2008). A iniciativa de simplesmente unir disciplinas específicas em áreas do conhecimento sem a real integração entre elas, como proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, se revelou inócua (ABREU, 2002). Quer dizer, não é suficiente unir disciplinas em áreas se elas mantiverem todas as suas características, limites, processos, filosofias e estrutura iniciais.

A integração disciplinar que estamos propondo neste trabalho como alternativa à fragmentação, produto do paradigma mecanicista, muito inspirada por Capra (2012a), precisa levar em consideração o fato das disciplinas serem estruturas construídas de modo social e histórico a partir de relações de poder e de interesses sociais. Nas palavras de Abreu (2002), as disciplinas são “espaços de luta e conflitos com fronteiras estabelecidas e construídas dentro deste contexto. Refletem posições de prestígio e status que determinam a organização do conhecimento escolar”.

Nesses termos, a redução das fronteiras de disciplinas tradicionais como a Física para associá-la a outros campos do conhecimento com o objetivo de promover um entendimento mais profundo dos problemas complexos, que cada vez mais se apresentam, esbarra em relações de poder, pois conflita diretamente com o *status* que esse corpo de conhecimento adquiriu ao longo dos séculos. O próprio Capra (2012a) reconhece que sua aproximação da Física ao misticismo oriental foi considerada pelos físicos como “altamente não-científica”.

Dessa forma, reconhecemos que um novo paradigma para a educação, baseado na visão ecológica de Capra, não será facilmente interpenetrado nos ambientes escolares, por dois motivos principais. O primeiro tem relação com a formação dos profissionais da educação em geral e muito especialmente dos professores de Física. A licenciatura em Física no Brasil – e possivelmente outras licenciaturas também – estão muitas vezes organizadas de forma que claramente se identificam as disciplinas específicas e as pedagógicas no currículo, muito bem separadas umas das outras, por motivos historicamente estabelecidos, a dizer, o desenvolvimento da legislação que rege a organização da licenciatura em Física no Brasil (ARAÚJO; VIANNA, 2010).

Assim, os professores que lecionam nas escolas e nas universidades foram ensinados neste formato de separação entre as áreas, reflexo do paradigma newtoniano-cartesiano. Não podemos esperar que os docentes cheguem nas escolas depois de vivenciarem tal formação e que desenvolvam uma prática associada com uma visão sistêmica e holística do mundo. Assim, é preciso repensar primeiramente o currículo dos cursos de formação inicial de professores e, também, investir em cursos de aperfeiçoamento para docentes em formação.

O segundo motivo, já mencionado anteriormente, tem um cunho político e se associa com as relações de poder que forjam historicamente o desenvolvimento das disciplinas escolares. Os profissionais das áreas específicas necessariamente teriam que abrir mão da especificidade da sua disciplina em favor de uma visão mais ecológica, algo

que necessariamente demandaria uma disputa política. Ademais, todos os materiais didáticos produzidos estão formatados no paradigma mecanicista, com as disciplinas muito bem caracterizadas e delimitadas. Sabe-se que os professores adotam livros didáticos extremamente tradicionais e conservadores mesmo nos capítulos sobre Física Moderna (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). Dessa maneira, todas as editoras que se beneficiam da venda desses materiais não investiriam em novas abordagens sabendo da preferência dos profissionais da educação. Nota-se aqui uma relação próxima entre os dois motivos apresentados. A formação dos professores no paradigma mecanicista parece, em princípio, ser um dos principais entraves para a consolidação do paradigma ecológico dentro das escolas. Outros fatores relacionados podem ser a própria forma de seleção para ingresso no ensino superior, a Base Nacional Comum Curricular, e a própria percepção da sociedade sobre o papel da escola. O surgimento de movimentos como Escola Sem Partido revela que muitos setores da sociedade acreditam que a função do professor é ensinar os conteúdos “neutros e objetivos” da ciência. Em contrapartida, há estudos que mostram que os alunos com maior interesse em política também são os que apresentam melhor desempenho no ENEM em provas de Ciências da Natureza (NASCIMENTO *et al.*, 2019). Entendendo que os professores não devem ser culpabilizados neste processo (CAVALCANTI; NASCIMENTO; OSTERMANN, 2018), reforçamos a necessidade de um novo enfoque dos cursos de formação inicial e continuada a fim de iniciar um movimento de mudança paradigmática no Ensino de Física.

Por fim, mais um sintoma dessa visão linear e fragmentada é a já bem conhecida separação entre a Universidade e a Educação Básica. Sabe-se que, em geral, as pesquisas realizadas na área de Ensino demoram a chegar nas escolas ou a refletirem em documentos oficiais e livros didáticos, apesar dos esforços atuais de eliminação de brechas desse tipo. A estrutura hierarquizada das relações de poder estabelecida entre os “especialistas da educação” e os professores reforça o mito da superioridade dos especialistas (AULER, 2018) e viabiliza a produção de uma série de pesquisas em Ensino totalmente alheias à realidade escolar brasileira.

5.5.2. *A Pesquisa em Ensino de Física*

A pesquisa em Ensino de Física ainda em sua grande parte é alinhada com o paradigma hegemônico da ciência tradicional. De uma forma geral, as pesquisas da área buscam diferentes formas para se ensinar mais e melhor a Física verdadeira e absoluta a

qual, não por coincidência, foi desenvolvida em grande parte por homens brancos (LEMKE, 2011). Mesmo alguns dos trabalhos que buscam discutir NdC ou CTS acabam por reforçar a ciência branca masculina como o centro de sua temática. Nesse sentido, ensina-se Física para melhor entender e dominar a natureza, veiculando a antiga visão de dominação e exploração. Além disso, os métodos de pesquisa tradicionais, de uma forma geral, buscam na receita cartesiana a garantia de sua confiabilidade. A pesquisa em Ensino de Física tradicional trouxe grandes contribuições para o campo educacional, assim como a filosofia cartesiana trouxe grandes contribuições para a sociedade moderna. Isso não significa, entretanto, que ela seja capaz de dar conta dos problemas da contemporaneidade. Pelo contrário, conforme argumenta Capra, é justamente a inadequação do paradigma hegemônico que enseja a necessidade de uma nova moldura filosófica capaz de lidar com nossos problemas atuais.

Desenvolver uma pesquisa em ensino no paradigma ecológico, por outro lado, significa, do ponto de vista temático, ter que abandonar o ensino “de Física” como objeto, pois as relações ecológicas exigem a superação das barreiras disciplinares. Ademais, em termos epistemológicos, a pesquisa no paradigma ecológico pode reconhecer e legitimar as produções de conhecimento que se dão em esferas não tradicionalmente rotuladas como científicas. Em termos de problemas de pesquisa, deve-se olhar para problemas concretos, que traduzam a nossa existência extremamente complexa, sem buscar reducionismos simplistas. Ou seja, devemos aceitar que os problemas educacionais não podem ser resolvidos apenas na esfera cognitiva ou apenas na esfera social, mas que envolvem, ao mesmo tempo, questões cognitivas, discursivas, afetivas e sociais. Por fim, em termos de metodologia, as pesquisas no paradigma ecológico devem preconizar a análise de processos e não de produtos. Com isso, é preciso investir na reformulação das metodologias de pesquisa do Ensino de Física, dialogando com referenciais de outras áreas do conhecimento a fim de melhor enfrentar os problemas complexos que atualmente se apresentam no campo educacional.

5.6. Considerações finais

Neste trabalho, foi apresentado o pensamento sistêmico de Fritjof Capra com foco em suas ideias sobre o paradigma ecológico que possibilita analisar a relação entre sujeito, ambiente e sociedade utilizando como referência seus pressupostos estabelecidos em *O Tao da Física* (CAPRA, 1989), *A Teia da Vida* (CAPRA, 2012b) e *O Ponto de Mutação* (CAPRA, 2012a). Esse novo paradigma surge em contraponto a um paradigma baseado

em premissas da Física Clássica que enfocamos nas seções 2 e 3 desse artigo para demonstrar que Capra não traz uma ruptura radical em sua descrição de ciência à qual ele mesmo ainda atribui características metodológicas bem específicas, apesar de reconhecer aspectos subjetivos no desenvolvimento do conhecimento científico (CAPRA, 1989). Entretanto, ao descrever sua visão ecológica, o autor argumenta a favor de uma moldura filosófica verdadeiramente interdisciplinar, sem bases fundacionais, e capaz de fomentar diálogos intelectualmente honestos entre ciência, espiritualidade e aspectos místicos de filosofias orientais. Nessa moldura, a ciência se configura de maneira não-reducionista, processual, epistêmica, não objetiva e cooperativa.

Como algumas das articulações resultantes da concepção de um novo paradigma, destacamos esforços como os estudos sobre organismos vivos, tradicionalmente construídos pelas áreas da Saúde, enfocados sob o olhar da Física e analisados como sistemicamente complexos e abertos (CAPRA, 2012b). Nesse sentido, destacamos também as ciências econômicas e seu desenvolvimento, inspirado no paradigma mecanicista e autodeclarado livre de valores e crenças subjetivas, que poderia se desdobrar, a partir da visão em rede de Capra, em uma melhor construção de conhecimentos se considerasse preceitos ecológicos e relacionais (CAPRA, 2012a). As práticas relacionadas à saúde mental também poderiam ter preceitos revisitados, se não mais se embasassem em uma psicologia cartesiana, para, por fim, desenvolver uma visão sistêmica mais próxima da psicologia junguiana, como ressalta Capra.

Como exemplo dos diálogos entre ciência e espiritualidade, destacamos os paralelos entre Física Quântica e o misticismo oriental construídos em *O Tao da Física* (CAPRA, 1989): o reconhecimento de que todos os fenômenos são manifestações de uma realidade fundamentalmente una, a noção de complementaridade entre os opostos, a visão de um universo composto primordialmente pelo vazio e não só pelo que experienciamos como tangível e, por último, o caráter dinâmico e mutável da realidade. Sobre tais paralelos, concentramo-nos em demonstrar que não foram construídos com o objeto de igualar os construtos místicos orientais às conclusões científicas modernas, mas para apontar compatibilidades e pontos de convergência na cosmovisão das filosofias budistas, taoístas e hinduístas e as descobertas da Física Moderna.

Destacamos que a obra de Capra identifica o novo paradigma como o caminho viável para se enfrentar as questões que se apresentam atualmente à sociedade de modo que, tornando turvas as barreiras entre as áreas de conhecimento, sermos capazes de melhor administrar nossa compreensão sobre os fenômenos contemporâneos ao construir

propostas de solução. Sendo necessário que as áreas de Educação em Ciências e Ensino de Física lidem com esses problemas da atualidade de maneira eficiente, argumentamos que, apesar de não possuir análises direcionadas à educação e sistemas de ensino, as ideias de Capra são capazes de contribuir com a remodelação do ensino, favorecendo currículos colaborativos, não-fragmentados, e práticas pedagógicas com preceitos ecológicos.

Por fim, recobramos a defesa do potencial de Fritjof Capra como epistemólogo, e de sua Filosofia Sistêmica como referencial teórico, reconhecendo-o como autor de ideias dignas de serem exploradas na área de Ensino, como argumentamos na seção 5.5 do presente artigo, e em reflexões sobre a Natureza da Ciência de um modo geral. A construção teórica de seu trabalho desde a década de 1970, que no presente artigo chamamos de Filosofia Sistêmica, ao buscar a integração das dimensões biológicas, ecológicas, sociais e cognitivas da vida e ao buscar a concatenação de mudanças conceituais na ciência com mudanças mais amplas em valores e visões de mundo presentes na sociedade (CAPRA, 2014), pode representar um novo embasamento para trabalhos que buscam abordar temas como a educação ecológica.

5.7. Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ABREU, R. **A integração curricular na área das ciências da natureza, matemática e suas tecnologias nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFRJ, Rio de Janeiro.

AIKENHEAD, G. Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. In: EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA) 2003 CONFERENCE, **Atas...** Noordwijkerhout: 2003. Disponível em: <https://www.usask.ca/education/profiles/aikenhead/webpage/ESERA_2.pdf>.

AMÉRICO, P. **A Ciência e os Sistemas: Questões de História e Filosofia Natural**. 4. ed. João Pessoa: Editora Universitária, 2001.

ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M. A história da legislação dos cursos de Licenciatura em Física no Brasil: do colonial presencial ao digital a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p. 4403-1-4403-11, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172010000400010&lng=pt&tlng=pt>.

ARENDT, H. **A Condição Humana**. Tradução: Roberto Raposo. 13. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007. 474 p.

AULER, D. **Cuidado! Um Cavalo Viciado Tende a Voltar para o Mesmo Lugar**. Curitiba: Appris Editora, 2018. 151 p.

BACHELARD, G. **A Filosofia do Não: Filosofia do novo espírito científico**. Tradução: Joaquim José Moura Ramos. Editorial Presença, 2009. 136 p.

BACON, F. **Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**: Nova Atlântida. Tradução: J. A. R. Andrade. Abril Cultural, 1984. 272 p.

BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion. **Science & Education**, v. 24, n. 9, p. 1173-1199, 2015.

BARBOUR, I. G. **Religion in an age of science: The Gifford Lectures 1989-1991**. San Francisco: Harper Collins, 1990. 297 p. v. 1.

BATESON, G. **Steps to an ecology of mind: Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology**. Chicago: University of Chicago Press, 2000. 533 p.

BEHRENS, M. A. A Prática Pedagógica e o Desafio do Paradigma Emergente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, p. 383-303, 1999.

BEHRENS, M. A. **O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica**. Petrópolis: Vozes, 2005.

BUNGE, M. **Materia y mente: Una investigación filosófica**. Ciudad de México: SIGLO XXI MEXICO, 2016. 528 p.

CAPRA, F. **O Tao da Física: Uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Tradução: Maria José Quelhas Dias & José Carlos Almeida. Editorial Presença, 1989.

CAPRA, F. **As Conexões Ocultas: Ciência para uma vida sustentável**. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2002. 296 p.

CAPRA, F. Shiva's Cosmic Dance at CERN. **Fritjof Capra**, 2004. Disponível em: <<https://www.fritjofcapra.net/shivas-cosmic-dance-at-cern/>>. Acesso em: 9 set. 2019.

CAPRA, F. **O Tao da Física: Uma análise dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Tradução: José Fernandes Dias. 28. ed. São Paulo: Cultrix, 2011. 376 p.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**: A ciência, a sociedade e a cultura emergente. Tradução: Álvaro Cabral. 25. ed. São Paulo: Cultrix, 2012. 432 p. a.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução: Newton Roberval Eicheberg. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2012. b.

CAPRA, F. **About Fritjof Capra**, 2014. Disponível em:

<<https://www.fritjofcapra.net/about/>>. Acesso em: 9 set. 2019.

CAVALCANTI, C.; NASCIMENTO, M.; OSTERMANN, F. A falácia da culpabilização do professor pelo fracasso escolar. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 1064-1088, 2018. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1059>>.

CHEW, G. F. “Bootstrap”: A scientific idea? **Science**, v. 161, n. 3843, p. 762-765, 1968.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. Tradução: Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

DASTON, L.; GALISON, P. **Objectivity**. New York: Zone Books, 2007.

DELIZOICOV, D. *et al.* Sociogênese do conhecimento e Pesquis em Ensino: Contribuições a partir do Referencial do Fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. especial, p. 52-69, 2002.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. Tradução: Maria Ermantina Galvão. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

EINSTEIN, A. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. **Annalen der Physik**, v. 322, n. 6, p. 132-148, 1905. a. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/andp.19053220607>>.

EINSTEIN, A. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. **Annalen der Physik**, v. 322, n. 10, p. 891-921, 1905. b. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/andp.19053221004>>.

EINSTEIN, A. Física e realidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 9-22, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000100003&lng=pt&tlng=pt>.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 93-104, 2008.

FEYERABEND, P. **Against the Method**. 4. ed. London: Verso, 2010. 336 p.

FEYERABEND, P. **Adeus à razão**. Tradução: Vera Joscelyne. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2010. 400 p.

FEYERABEND, P. **A Ciência em uma sociedade livre**. Tradução: Vera Joscelyne. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2011. 288 p.

FOSTER, J. B. The Anthropocene Crisis. **Monthly Review**, v. 68, n. 4, p. 9, 2016. In: HAMILTON, C.; GEMENNE, F.; BONNEUIL, C. (Eds.). **The Anthropocene and the global environmental crisis: Rethinking modernity in a new epoch**. London: Routledge, 2015.

FOUCAULT, M. **Microfísica do Poder**. Tradução: Roberto Machado. 28. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FREIRE JR, O.; PESSOA JR, O.; BROMBERG, J. L. **Teoria quântica - estudos históricos e implicações culturais**. Campina Grande: EDUEPB, São Paulo: Livraria da Física, 2011. 456 p.

FREIRE, P. Educação “bancária” e educação libertadora. **Introdução à psicologia escolar**, v. 3, p. 61-78, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GALILEI, G. **Dialogues Concerning Two New Sciences by Galileo Galilei**. Tradução: Henry Crew & Alfonso de Salvio. New York: Macmillan, 1914. 336 p.

GOSWAMI, A. Consciousness in quantum physics and the mind-body problem. **Journal of Mind and Behavior**, US, v. 11, n. 1, p. 75-96, 1990.

GOSWAMI, A. **O Médico Quântico: Orientações de um Físico para a Saúde e a Cura**. Tradução: Euclides Luiz Calloni & Cleusa Margô Wosgrau. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2006. 288 p.

HARRISON, D. Teaching the Tao of Physics. **American Journal of Physics**, v. 47, n. 9, p. 779-783, 1979.

HEISENBERG, W. Die “beobachtbaren Größen” in der Theorie der Elementarteilchen. **Zeitschrift für Physik**, v. 120, n. 7-10, p. 513-538, 1943. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF01329800>>.

HEISENBERG, W. **Physics and Beyond: Encounters and Conversations**. Tradução: Arnold J. Pomerans. 1. ed. New York: Harper & Row, 1972. 267 p.

JAMMER, M. **Einstein e a Religião: Física e Teologia**. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000. 224 p.

JOHANSSON, A. et al. “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. **Cultural Studies of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 205-226, 2018.

KINCHELOE, J. L.; TOBIN, K. The much exaggerated death of positivism. **Cultural Studies of Science Education**, v. 4, n. 3, p. 513-528, 2009.

KRAGH, H. **Matter and Spirit in the Universe: Scientific and Religious Preludes to Modern Cosmology**. London: Imperial College Press, 2004. 312 p.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolutions**. 3. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

LATOUR, B. **Pandora’s Hope: Essays on the reality of Science Studies**. Cambridge: Harvard University Press, 1999. 226 p.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. Tradução: Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013. 152 p.

LEMKE, J. The secret identity of science education: masculine and politically conservative? **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, n. 2, p. 287-292, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11422-011-9326-6>>.

LIDGARD, S.; NYHART, L. K. **Biological individuality: Integrating scientific, philosophical, and historical perspectives**. Chicago: University of Chicago Press, 2017. 400 p.

LIMA, N. W. *et al.* A História do Fóton em Livros de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. v. extra, p. 1953-1957, 2017.

LIMA, N. W. *et al.* Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 331-364, 2018. Disponível em:<<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/9681>>.

LIMA, N. W. *et al.* The Polysemic Nature of Photons: Hybridization and Backwards Causation in Contemporary Undergraduate Quantum Physics Textbooks. In: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING CONFERENCE, 15, 2019, Thessaloniki. **Atas...** Thessaloniki: 2019.

LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Terapias Integrativas: Uma Disputa Epistemológica e Política. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XVII, 2018, Campos do Jordão. **Atas...** Campos do Jordão: SBF, 2018.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 367-388, 2018.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 435, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p435>>.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996. Disponível em: <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/susana/materiais/Bachelard.pdf>>.

MATTHEWS, M. R. A role for history and philosophy in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 67-81, 1988.

MELO, T. B.; ALBUQUERQUE, M. B. De; CHRISPINO, A. ENSINO CTS NO BRASIL E CTS NA IBERO-AMÉRICA: IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE INTERESSE POR MEIO DE REDES SOCIAIS. **Ensenanza de las Ciencias**, v. especial, p. 4727-4732, 2017.

MERMIN, N. D. What's Wrong with this Pillow? **Physics Today**, v. 42, n. 4, p. 9-11, 1974.

MIES, M.; SHIVA, V. **Ecofeminism**. London: Zed Books, 2014. 360 p.

MORAES, M. C. **O Paradigma Educacional Emergente**. Campinas: Papyrus, 2007. 240 p.

MOURA, C. B. O Ensino de Ciências e a Justiça Social: questões para o debate. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1-7, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n1p1>>.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com Ciência de Dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 725-744, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n3p725>>.

MUSSATO, G. A. **Ontologia e epistemologia na educação científica**. 2018. 156 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - PUCRS, 2018.

NASCIMENTO, M. M. et al. Cultura política, desempenho escolar e a Educação em Ciências: um estudo empírico à luz de Pierre Bourdieu. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 2, p. 431-447, 2019. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132019000200431&tlng=pt>.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 184-96, 1996. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85016/000257126.pdf?sequence=1>>.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 3, p. 23-48, 2000.

PESA, M. A.; OSTERMANN, F. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemologia de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, p. 84-99, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85030/000336312.pdf?sequence=1>>

PESSOA JR., O. **Conceitos de Física Quântica**. São Paulo: Livraria da Física, 2003. 188 p. v. 1.

PONTES, F.; MELO, T. B. de; CHRISPINO, Á. Temas na pesquisa em ensino CTS brasileiro: um panorama. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1498-1510, 2016.

POPPER, K. **Conjectures and Refutations: The growth of scientific knowledge**. London: Routledge, 1963. 412 p.

REGNER, A. C. K. P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 231-247, 1996. Disponível em: <<http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/tap-epis-13.pdf>>.

ROCHA, G. R. **Uma História Cultural do Reencantamento do Mundo pela Teoria Quântica**. 2015. 311 f. Tese (Doutorado em História, Filosofia e Ensino de Ciências) - UFBA, 2015.

ROCHA, G. R. Uma História Cultural da Teoria da Matriz-S : Geoffrey Chew e a Filosofia de Bootstrap. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 49-69, 2017.

RUTHERFORD, F. Fostering the History of Science in American Science Education. In: BEVILACQUA, F.; GIANNETTO, E.; MATTHEWS, M. R. (Eds.). **Science Education and Culture: The Contribution of History and Philosophy of Science**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2001. p. 41-52.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências**. 2018. 354 f. Tese (Doutorado em Ciências) - USP, 2018.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008. 92 p.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2009.

SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. **Leviathan and the Air-Pump**. Princeton: Princeton University Press, 1985.

SILVEIRA, F. L. A filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, p. 148-162, 1989.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 33-42, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/85014>>.

SILVEIRA, F. L. A Metodologia dos Programas de Pesquisa: A Epistemologia de Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions. **Science & Education**, v. 21, n. 6, p. 771-796, 2012.

TOLEDO, C. E. R. *et al.* Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma Análise de Rede sobre as Teses publicadas no Brasil. **Desenvolvimento Curricular e Didática**, v. 8, n. 1, p. 1367-1383, 2016.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente dissertação, apresentamos uma investigação sobre o misticismo quântico que começa por uma revisão da literatura que detalha como o fenômeno é percebido e compreendido pela comunidade acadêmica de Ensino, demonstrando nosso compromisso com a resposta da primeira questão de pesquisa. Com a síntese do conhecimento que elaboramos, argumentamos sobre a necessidade de um consenso ou uma caracterização que permita definir melhor o que é o fenômeno cultural do misticismo quântico. Para isso, buscamos fundamentação na Tese da Interpretação Parcial na perspectiva de Max Jammer (1974) para propor uma caracterização epistemológica do misticismo quântico, contribuindo, assim, com uma solução para a nossa segunda questão de pesquisa. Por fim, apresentamos duas análises detalhadas de enunciados (mais especificamente, livros) que realizam entrelaçamentos entre fundamentos de Física Quântica e diferentes tipos de conhecimentos. Com isso, concluímos com resultados para nossa terceira questão de pesquisa.

O assunto específico que pesquisamos não é exatamente algo novo e o modo pelo qual decidimos estudá-lo não diverge absolutamente de trabalhos anteriores das áreas de Estudos das Ciências e Educação em Ciências. Entretanto, buscamos contribuir com algumas reflexões novas a cada passo, contribuindo com a identificação e resolução de problemas pontuais e pequenas lacunas de conhecimento em pesquisas anteriores.

Por exemplo, o que poderia ser entendido como uma simples variedade de descrições do misticismo quântico se tornou, em nosso trabalho, o reconhecimento de que precisávamos tentar contribuir com a superação da falta de um consenso sobre uma caracterização. Destacamos nossas conclusões sobre como é importante distinguir o misticismo quântico de qualquer debate legítimo relacionado a questões metafísicas sobre fundamentos de FQ. Isto é, buscamos demonstrar que quando uma pessoa em atividade de docência ou uma especialista em trabalho de pesquisa explorar as dimensões socioculturais da FQ é importante que não haja confusão entre (1) as ideias na gênese e desenvolvimento dos fundamentos de FQ que podem ser consideradas como não ortodoxas ou “alternativas” e (2) as materializações do fenômeno em questão, o que elas realmente enunciam e para quem elas direcionam seus discursos. Isto porque, além de podermos limitar profundamente a compreensão de como o fenômeno se manifesta na contemporaneidade, podemos acabar acidentalmente desmerecendo algumas obras e contribuições filosóficas que apenas não referenciam um cânone tradicional de ideias.

Para se entender o que é ilegítimo, ou não, precisamos de análises, não de generalizações e estereótipos dos produtos desse fenômeno cultural.

Quando passamos para a análise de uma das materializações específicas do misticismo quântico, focamo-nos não apenas em seus conteúdos ou em como a gênese e desenvolvimento da FQ contribui para o fenômeno, mas também preocupamo-nos em sintetizar tanto as dimensões éticas, históricas e sociológicas na interpretação de um enunciado do misticismo quântico, quanto as escolhas estilísticas de palavras, fraseamentos, referências e metáforas. Considerando o contexto atual de pós verdade e negacionismo histórico científico, não podemos nos limitar a analisar e criticar apenas o conteúdo temático de obras como *A cura quântica* de Deepak Chopra (2013), é necessário tentarmos investigar, como a filosofia da linguagem do Círculo nos permitiu (BAKHTIN, 2002, 2011; VOLÓCHINOV, 1981, 2018), de que maneira elas se estruturam, a quais discursos fazem referências, para quem se direcionam e como circulam pela sociedade em geral atualmente.

Por outro lado, não podemos aceitar que contribuições teóricas legítimas, mesmo que não ortodoxas, sejam ignoradas por causa de antigos estereótipos sobre o conteúdo de enunciados como *O tao da física* (2011). Por isso, nosso segundo estudo se configura não apenas como uma análise, mas como uma extrapolação do que chamamos de filosofia sistêmica de Fritjof Capra e suas implicações para o Ensino de Física e a pesquisa em Ensino de Física.

Consideramos, com isso, que respeitamos o nosso compromisso com todas as questões de pesquisa inicialmente propostas. Entretanto, também reconhecemos que ainda existem possíveis perspectivas de análise em aberto. Como tentamos demonstrar, quando investigações focadas em materializações de fenômenos culturais relacionados de alguma forma às ciências abordam não apenas seu conteúdo e a História e Filosofia das Ciências, mas também suas dimensões éticas e sociológicas, o debate público e o debate acadêmico podem ser fortemente enriquecidos e, portanto, devem continuar para além de nossas contribuições presentes nessa dissertação e para além das contribuições de trabalhos supracitados em nossa revisão de literatura. Investigações assim não são tão frequentes quanto poderiam ser para que realmente possamos construir um amplo panorama de fenômenos culturais e consideramos essencial que os Estudos das Ciências e a Educação em Ciências continuem propiciando condições para que trabalhos assim sejam executados.

Como desdobramentos e continuidades da nossa pesquisa, achamos importante dar prosseguimento a reflexões que destaquem as dimensões sociais e políticas do misticismo quântico. Em especial, defendemos que é necessário focar ainda mais em análises que abordem como atualmente não há nenhum aspecto do misticismo quântico ou do debate público sobre o fenômeno que não envolva a asserção factual de que o uso do conceito de “*quantum*” muito frequentemente serve para *comercializar* algo indiscriminadamente não científico. Isto é, consideramos que é preciso contribuir para discussões que reconheçam que a comodificação do *quantum* (BURWELL, 2018) não está imersa em uma lógica mercadológica qualquer, mas está, na verdade, completamente alinhada com o devir de ideias e condições materiais relacionados ao neoliberalismo no capitalismo tardio que diversas pesquisas já reconheceram de alguma forma: o individualismo, o corporativismo e, mais atualmente, o empreendedorismo, a meritocracia, a austeridade, a especulação financeira e um olhar superficial para a natureza e para culturas “primitivas”.

Mais especificamente, podemos a partir da interpretação feita por Bruno Latour (2020) sobre a história recente (a partir da queda do muro de Berlim), entender que a o misticismo quântico protagonizado por Chopra e, usualmente, o que se tem acesso, atualmente, em redes sociais, está comprometido com uma negação da realidade material. Ainda que os estudos indiquem que não há recursos materiais suficientes para que todos tenham o padrão de consumo dos países “desenvolvidos” e ainda que a desigualdade social cresça de forma incontestável, vende-se a ideia de que todos podem ser ricos e ter a vida que desejam. Segundo Latour, tal negação da realidade, um recurso político para sustentar o padrão de vida das elites obscurantistas, resulta em diferentes elementos da nossa cultura, como a questão da pós-verdade. É justamente nesse contexto que percebemos a enunciação dos trabalhos de Chopra e sua popularização.

Por outro lado, os trabalhos de Fritjof Capra estão contextualizados em um período anterior, marcado por movimentos de contracultura, e desenvolvimento da preocupação ecológica. Capra volta-se para moldura filosófica da quântica para justamente advogar contra uma visão de mundo materialista, instrumentalista e consumista. Nesse sentido, nossos trabalhos permitem alcançar mais uma conclusão. Não somente é possível classificar o misticismo quântico em diferentes níveis epistemológicos; mas é possível identificar que o surgimento de cada nível não é independente de seu contexto social, e, sempre possui compromissos políticos. Tal reconhecimento nos permite, mais uma vez, diferenciar quais discussões podem ser

consideradas profícuas, como reflexão filosófica, e quais devem ser mais fortemente criticadas.

Como especialistas da área de Educação em Ciências, temos um compromisso inalienável de não apenas propiciar o processo de ensino-aprendizagem de conhecimentos técnicos, mas também de construir e sustentar espaços educacionais que permitam que qualquer pessoa tenha uma sólida compreensão de como os produtos do trabalho intelectual científico estão profundamente entrelaçados com questões culturais, sociais e políticas.

6.1. Referências

BAKHTIN, M. **Problemas da poética de Dostoiévski**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

BAKHTIN, M. Os gêneros do discurso. In: **Estética da criação verbal**. 6. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. p. 261–306.

BURWELL, J. **Quantum language and the migration of scientific concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.

CAPRA, F. **O Tao da Física: Uma análise dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Tradução: José Fernandes Dias. 28. ed. São Paulo: Cultrix, 2011.

JAMMER, M. **The philosophy of Quantum Mechanics: the interpretations of quantum mechanics in historical perspective**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1974.

LATOURE, B. **Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno**. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

VOLÓCHINOV, V. La structure de l'énoncé. In: TODOROV, T. (Ed.). **Mikhaïl Bakhtine: le principe dialogique**. Paris: Seuil, 1981. p. 278–316.

VOLÓCHINOV, V. **Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. São Paulo: Editora 34, 2018.

ANEXO I: ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA QUÂNTICA NA ERA DO YOUTUBE³¹

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo a análise de vídeos que usuários encontram ao pesquisar sobre Física Quântica no *YouTube*. Considerando o quanto essa plataforma tem sido usada como fonte de estudos e informação por adolescentes em idade escolar, essa análise permite compreender como a divulgação e o ensino-aprendizagem de conceitos se manifestam nesse ambiente digital. Identificamos que ao buscar pelo termo “física quântica” no *YouTube*, os usuários recebem quatro tipos de vídeos: aulas virtuais, vídeos informativos, vídeos com tradução de conceitos científicos e vídeos com alusão a conceitos científicos. Sem auxílio para assistir criticamente a esses vídeos, os usuários podem acabar favorecendo a disseminação de concepções alternativas e de metáforas conceituais imprudentes, reforçando conflitos e dissonâncias com conceitos acadêmicos hegemônicos.

Palavras-chave: análise de vídeos, ensino-aprendizagem, física quântica, *youtube*.

Abstract: This paper has as its objective the analysis of videos that users find when searching for Quantum Physics on YouTube. Considering the way this platform has been used as a source of study and information by school-age teenagers, this analysis allows us to understand how the dissemination and learning of concepts has been happening in this digital environment. We have identified that by searching for the term “quantum physics” on YouTube, users receive four types of video: virtual classes, informational videos, videos translating scientific concepts, and videos alluding to scientific concepts. With no aid for a way of critically watching such videos, users may end up indulging the dissemination of alternative conceptions and of reckless conceptual metaphors, reinforcing conflicts and dissonances with the hegemonic academic concepts.

Keywords: video analysis, teaching-learning, quantum physics, youtube.

I.1. Introdução

³¹ Uma versão da presente seção foi submetida e apresentada no 24º Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade: Ensino Híbrido. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1435>

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) vêm gradualmente se destacando em investigações das áreas de Ensino e Educação em Ciências no reconhecimento de que as novas gerações possuem níveis cada vez maiores de presença em ambientes virtuais (SILVA; PEREIRA; ARROIO, 2017). Nesse sentido, destacamos que a visualização de vídeos como prática de estudo das disciplinas de ciências por indivíduos de idade escolar já é um fenômeno amplamente reconhecido em diversas pesquisas (MICHEL; SANTOS; GRECA, 2004; QUINTANILHA, 2017; VASCONCELOS; LEÃO, 2009).

A maior plataforma de compartilhamento de vídeos, o *YouTube*, é o segundo site com maior engajamento global na *internet*³² e tem se tornado cada vez mais similar ao ambiente virtual de redes sociais tendo como base, além do compartilhamento de vídeos, a interação entre usuários (áreas de comentários e mensagens diretas), *feeds* de novidades e transmissões ao vivo. Segundo o *YouTube Insights*³³, em 2017, 1,5 bilhão de usuários ativos do mundo todo acessaram o *site* mensalmente. O Brasil teve 95% de sua população *online* acessando a plataforma pelo menos uma vez por mês (98 milhões de brasileiros). Além disso, 31% desses usuários afirmaram que a plataforma é uma fonte de aprendizado.

Um exemplo de recorte nacional que caracteriza o atual cenário de utilização do *YouTube* por indivíduos de idade escolar são os trabalhos de Medina, Braga e Rego (2015) e de Silva e Pereira (2016). As análises desses pesquisadores, feitas com estudantes do Rio de Janeiro, identificaram que 70% deles assistem a vídeos do *YouTube* para estudar fora da sala de aula, 97,6% afirmaram que o *YouTube* serve como canal de informação e diversão e 96,5% afirmaram que, para assistir aulas virtuais, o *YouTube* é a plataforma mais utilizada.

Com base nessas informações, consideramos como premissa verossímil a expectativa de que buscas na plataforma *YouTube*, principalmente aquelas classificadas por relevância e contagem de visualizações, sejam bons indicadores do que usuários encontram na plataforma e consideram como informativo ou como fonte de aprendizado.

Outra premissa aceitável é de que uma plataforma com o alcance do *YouTube* seja capaz de espelhar os mais diversos interesses disseminados na sociedade, como o forte interesse dos brasileiros por assuntos científicos e tecnológicos (CGEE, 2019). A Física

³² Informação disponível em: <https://www.alexacom/siteinfo/youtube.com>. Acesso em 4 de setembro de 2019.

³³ Informação disponível em: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/pt-br/youtubeinsights/2017/de-play-em-play/>. Acesso em 4 de setembro de 2019.

Quântica (FQ) é um exemplo de destaque entre tais assuntos, pois, mesmo com décadas de consolidação em contextos acadêmicos e com um perceptível movimento das áreas de Ensino de Física e Educação em Ciências para incluir conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (OSTERMANN; MOREIRA, 2000), é uma área que encontra dificuldades em atingir uma divulgação ampla e de qualidade fora da comunidade científica. Mesmo assim, há um interesse difuso de diversos grupos sociais em entender os fundamentos de FQ e até de traduzi-los através de outros conhecimentos, por vezes de modo conflitante, como ocorre no fenômeno cultural do misticismo quântico (PESSOA JR., 2011) que é fortemente relacionado a alguns temas de ciência periférica e ciência marginal³⁴.

A partir de tais premissas, o presente trabalho tem como objetivo investigar de que maneira o *YouTube* apresenta a Física Quântica para seus usuários, ou, em outros termos, construir uma sutil análise de conceitos e discursos que estão em vídeos desse *site*. Buscamos, também, investigar como tais conceitos e discursos se relacionam com as qualidades que os usuários afirmam projetar no *YouTube* e com as formas que eles a utilizam.

I.2. Aspectos teórico-metodológicos

O trabalho inicial foi feito com base em alguns procedimentos quantitativos e através de buscas com o descritor “física quântica” no *YouTube* por meio de duas classificações de resultados, primeiramente por contagem de visualizações e posteriormente por relevância, nos dias 5 e 6 de setembro de 2019. Foram separadas duas amostras de 10 resultados cada. O Quadro 1 apresenta a amostra dos 10 primeiros resultados da primeira busca, seus canais de origem e estão ordenados decrescentemente por contagem de visualizações.

O *YouTube* não divulga publicamente a metodologia que usa ao classificar vídeos por “relevância”, mas indica parâmetros como: visualizações, número de espectadores únicos, *watch time* (“tempo assistido”, tradução livre), avaliações ao vídeo, taxa de cliques, entre outros. Esse conjunto de parâmetros causa alterações frequentes em buscas por relevância, por isso consideramos necessário frisar que a amostra para essa busca é especificamente datada mesmo com o uso de recursos para tornar os resultados minimamente generalizados. O Quadro 2 representa os 10 primeiros resultados da busca

³⁴ Para um melhor detalhamento da diferenciação entre ciência central, ciência periférica e ciência marginal, indicamos o trabalho de Filgueiras (2001).

por relevância, ordenados exatamente como a plataforma os apresentou, e seus canais de origem.

Passando brevemente a descrições ligadas a procedimentos qualitativos de análise, destacamos que, ao classificar as buscas por contagem de visualizações e por relevância, os resultados foram, em grande parte, uma representação do alcance dos fundamentos de FQ quando associados a conhecimentos reconhecidos como místicos ou esotéricos. Muitos dos resultados podem ser caracterizados como manifestações do fenômeno cultural do misticismo quântico, pois contém afirmações sobre mente quântica, referências a filosofias orientais e ligações com esoterismos como menções a chackras, a orações, à medicina alternativa e/ou a pensamentos positivos como produto de reflexões sobre FQ. Algumas dessas manifestações buscam identificar preocupações comuns, aproximações complementares e contradições inultrapassáveis entre diferentes filosofias, culturas, línguas etc. e os conhecimentos científicos da FQ configurando de modo minimamente considerável uma relação com o que Santos (2007) chama de tradução intercultural. Outras manifestações buscam utilizar termos, conceitos e conhecimentos de FQ sem critérios aparentes, apenas como alusões ou, como afirmam Costa (2013) e Machado (2017) através de apropriações.

Voltando a detalhes relacionados com as buscas em si, é notável que, ao acessar os canais de origem de parte das amostras, vídeos com o termo “quântica(o)” no título ou *thumbnail* possuem uma contagem muito maior de visualizações do que a média de visualizações dos outros vídeos desses canais. Esse dado reafirma a existência já citada de um interesse especial em entender fundamentos de FQ por diversos grupos sociais.

Além disso, entre os 10 resultados da busca classificada por relevância, o primeiro vídeo que surge com o objetivo de apresentar a Física Quântica no formato de aula virtual é um vídeo cujo canal de origem é da UNIVESP que possui 710 mil inscritos.

*Quadro 3 – Amostra de classificação por contagem de visualizações **

Título do vídeo e link	Canal de origem	Contagem de visualizações
Atrair Energias Positivas, Sabedoria, Eliminar ansiedade, Equilibrar os Chackras e Aura - 3H https://www.youtube.com/watch?v=-9kxa5KnEJI	Aliança Universal	10 milhões
O seu Pensamento Cria a sua Realidade - O PORQUÊ DAS COISAS https://www.youtube.com/watch?v=ABZ8rrDMc54	Fatos Desconhecidos	3,4 milhões

A Oração Quântica https://www.youtube.com/watch?v=EVQpdnnRn6I	Nanda Bianchi Terapias Holísticas	2,2 milhões
A FÍSICA QUÂNTICA PROVA QUE É O SEU PENSAMENTO QUE CRIA A SUA REALIDADE https://www.youtube.com/watch?v=tjJjUpKBDSO	Melhores Documentarios e palestras	2 milhões
Jesus Cristo ensinou Física Quântica e o mundo não entendeu! A Matrix é real. https://www.youtube.com/watch?v=SycV-qsWYLY	Atom Broadcast	1,6 milhões
Oração Quântica _ Fluir com a Vida https://www.youtube.com/watch?v=hy6_frPbB_w	Arrumando Gavetas por Ananda Porto	1,1 milhões
MÚSICA QUÂNTICA LEI DA ATRAÇÃO AMOR, DINHEIRO, SAÚDE SOM BINAURAL https://www.youtube.com/watch?v=mjKfetj5Xkk	SUCESSO E PROSPERIDADE	994 mil
Poder da Oração - Efeito Isaias - Física Quântica https://www.youtube.com/watch?v=oHu5GsKFe9Y	ThePazeharmonia	943 mil
Aulas Básicas de Física Quântica - O que é Física Quântica? https://www.youtube.com/watch?v=oIrB4sroleQ	Espaço Caminho da Luz	727 mil
Além do Cosmos - Mecânica Quântica - (National Geographic) https://www.youtube.com/watch?v=c1AKzIncvwk	Nadhaji - Consciência Cósmica	710 mil

* Títulos dos vídeos e canais de origem transcritos exatamente como se apresentam no *YouTube*.

Quadro 4 – Amostra de classificação por relevância *

Título do vídeo e link	Canal de origem	Contagem de visualizações
O que é física quântica? https://www.youtube.com/watch?v=M9avJFXwXsM	Minutos Psíquicos	368 mil
A FÍSICA QUÂNTICA PROVA QUE É O SEU PENSAMENTO QUE CRIA A SUA REALIDADE https://www.youtube.com/watch?v=tjJjUpKBDSO	Melhores Documentarios e palestras	2 milhões
O PODER QUÂNTICO DO PENSAMENTO NA MANIFESTAÇÃO DA REALIDADE https://www.youtube.com/watch?v=z39No3YyHBE	PODER DO EU SUPERIOR	145 mil
Física Quântica – Aula 01 – Breve História da Física Quântica https://www.youtube.com/watch?v=rFFdL6LP2mE	UNIVESP	79 mil
Além do Cosmos: Mecânica Quântica (Dublado) Documentário National Geographic https://www.youtube.com/watch?v=MrezNIMCCZ0	Universo do Documentário 2.0	345 mil

Mecânica Quântica - Tudo Sobre Incerteza - Discovery - Universos Paralelos https://www.youtube.com/watch?v=UHx0MjsFiOk	Bruno Sete Antigos	25 mil
Medicina Quântica e a Cura - Lair Ribeiro https://www.youtube.com/watch?v=ya9MUhUahgw	Saúde Divina	277 mil
O seu Pensamento Cria a sua Realidade - O PORQUÊ DAS COISAS https://www.youtube.com/watch?v=ABZ8rrDMc54	Fatos Desconhecidos	3,4 milhões
TRANSFORME SUA VIDA EM 15 MIN I FÍSICA QUÂNTICA LEI DA ATRAÇÃO https://www.youtube.com/watch?v=rk9MsOfyO7w	OSWALDO NETO I COACHING - ESCRITOR - PALESTRANTE	691 mil
OS SEGREDOS DA FÍSICA QUÂNTICA DOCUMENTÁRIO COMPLETO LEGENDADO HD https://www.youtube.com/watch?v=3mzb-ABTBb0	CONSCIÊNCIA UNIVERSAL	99 mil

* Títulos dos vídeos e canais de origem transcritos exatamente como se apresentam no *YouTube*.

I.3. Panorama geral dos vídeos

A seguir, analisamos uma seleção de vídeos que surgiram nas buscas por relevância e contagem de visualizações para ilustrar os tipos de materiais que o público tem acesso ao pesquisar sobre o tema no *YouTube*. Vale ressaltar que nas descrições tentamos em alguns momentos “replacar” a linguagem utilizada nos vídeos de forma a não alterar o texto exposto.

1.3.1. “A FÍSICA QUÂNTICA PROVA QUE É O SEU PENSAMENTO QUE CRIA A SUA REALIDADE”

Em resumo, o vídeo traz cenas de um filme intercaladas com gravações de pessoas não identificadas falando sobre fundamentos de FQ e sua relação com o pensamento e a mudança da realidade.

O primeiro conceito trazido tem relação com o “Observador”. O vídeo explica como, em nível subatômico, a observação interfere no comportamento da partícula, mas sem dar maiores detalhes. A partir disso, é afirmado que somos os “Observadores” da nossa própria vida e, portanto, poderíamos alterar nossa realidade, algo que não acontece com frequência porque somos “mal treinados”.

O vídeo segue e cita-se, então, a consciência, mas o tema não é especialmente aprofundado. Por último, fala-se sobre como o pensamento pode mudar nosso corpo e

como a interação com o mundo externo pode afetar nossa rede neural e, então, mandar “mensagens” diferentes para o corpo.

A partir desse ponto, são exibidos relatos e dados sobre consumo de drogas e suas consequências para o corpo/cérebro. Há, em seguida, uma analogia entre a abstinência química e a perda de outros comportamentos negativos. Os indivíduos do vídeo ainda utilizam termos como “cinesiologia da conduta” que traduzem como sendo a força do pensamento.

O vídeo se encerra com um apelo espiritual, falando sobre vida após a morte, sobre os propósitos da vida e sobre a alma.

1.3.2. “O que é física quântica?”

Esse vídeo é uma apresentação de conceitos básicos de FQ em uma abordagem superficial, exageradamente generalizada e demasiadamente simplificada, chegando até a distorcer alguns de seus fundamentos. Tem como intenção a demonstração de como esses conceitos nada tem a ver com a ideia de o pensamento altera a realidade.

Nesse vídeo, o narrador busca diferenciar e explicar a linha de pesquisa da Cognição Quântica. Essa área usa o formalismo matemático da FQ para entender processos mentais como memória e tomada de decisões, temas que não são costumeiramente associados à Física em geral, muito menos à Física Clássica.

Esse vídeo deixa claro o porquê de algumas pessoas associarem a FQ diretamente a explicações sobre a consciência, dado que seu formalismo matemático já foi usado em tentativas de entender alguns aspectos do pensamento humano.

1.3.3. “Aulas Básicas de Física Quântica – O que é Física Quântica?”

Esse vídeo, apesar de pertencer a um canal de esoterismo, tem como objetivo explicar os fundamentos da FQ para posteriormente, em outra produção ou atividade, compreender o meio esotérico.

Durante todo o tempo de duração, o apresentador trata, de forma simplista e por vezes incongruente, de conceitos científicos como radiação de corpo negro e energia de quantização. Em dados momentos do vídeo, ele inclusive escreve em uma lousa algumas equações para melhor explicar o assunto. Em outro ponto importante do vídeo, ele caracteriza a FQ como o estudo do microcosmo, enquanto a Física Clássica seria o estudo do macrocosmo e chega a ressaltar que são abordagens muito diferentes, algo não muito comum nesse tipo de conteúdo mais distante do âmbito acadêmico.

O vídeo é encerrado em um destaque à importância de compreender as bases conceituais da FQ para falar do tema com propriedade no meio esotérico e se diferenciar dos demais grupos sociais esotéricos.

1.3.4. “O seu Pensamento Cria a sua Realidade - O PORQUÊ DAS COISAS”

Nesse vídeo, um homem explica de forma novamente simplista a ideia de como o pensamento poderia alterar a realidade. Primeiramente, ele fala do conceito de vácuo quântico, afirmando, sem maiores detalhes, ser essa a parte mais interior do átomo, responsável por emanar uma energia muito intensa capaz de explicar a origem do universo e responsável até pela existência de Deus. Desse vácuo, novamente sem maiores detalhes, originar-se-ia a matéria.

Após cativar o ouvinte com informações superficialmente chamativas, o narrador começa de fato a explicar como o pensamento poderia alterar a realidade. Para isso, ele descreve o experimento de fenda dupla, destacando que a presença de um observador afeta o comportamento do objeto (onda ou partícula). Segundo ele, isso revela que o pensamento cria ou altera diretamente a realidade. Além disso, o conceito de entrelaçamento é afirmado como a explicação para a telecinesia e a telepatia, sem maiores informações sobre o porquê.

Esse vídeo apresenta ideias convergentes com as do primeiro vídeo descrito contendo, no entanto, um visual mais agradável, com ilustrações dos experimentos e animações que facilitariam a compreensão do argumento. Vale ressaltar que o vídeo é, em certos momentos, minimamente acurado, apesar da linguagem simplificada, ao tratar de conceitos científicos, mas termina seus argumentos em um tom de dissonância cognitiva na construção de relações entre esses conceitos e ideias não científicas.

1.3.5. “A Oração Quântica”

Nesse vídeo, uma narradora fala sobre a “oração quântica”. É explicado que esse tipo de reza se trata de uma técnica milenar e o objetivo do vídeo é basicamente demonstrar como aplicá-la.

A palavra “quântica” é utilizada nas falas, intercaladas diversas vezes por trechos de música ambiente e imagens sem relações ou maiores explicações, mas o vídeo não traduz ou se apropria de modo definitivo de nenhum conceito ou fundamento de Física Quântica.

I.3.6. “Física Quântica – Aula 01 – Breve História da Física Quântica”

Vídeo que apresenta uma aula comum, expositiva, que conta a história da FQ, falando dos principais atores responsáveis por sua consolidação e seus feitos de maneira congruente com as concepções acadêmicas hegemônicas sobre o tema.

Destacamos esse vídeo não especificamente por seus assuntos e sua abordagem, mas porque, apesar de não aparecer na busca por contagem de visualizações, ele aparece na busca por relevância como a primeira aula virtual com o termo “quântica” no título sem ter vinculações (do vídeo ou do canal de origem) a temas associados ao fenômeno cultural do misticismo quântico.

Apesar de possuir uma contagem de visualizações mais próxima aos resultados menos assistidos da busca por relevância, destacamos que o canal de origem do vídeo está entre os maiores do *YouTube* Educação.

I.4. Discussão

Com base na análise dos vídeos e em ideias discutidas nas seções I.1 e I.2 do presente artigo, identificamos quatro tipos de vídeos dos quais os dois primeiros focam mais nas formas (edição, duração, tom da fala etc.) com que as ideias são apresentadas e os outros dois tipos denotam melhor como os discursos dos vídeos lidam com conceitos acadêmicos hegemônicos. São eles: aulas virtuais (como nas subseções I.3.2 e I.3.6), vídeos informativos (como na subseção I.3.3), vídeos com tradução de conceitos científicos (como nas subseções I.3.1 e I.3.4) e vídeos com alusão a conceitos científicos (como na subseção I.3.5).

Apesar de existirem opções de vídeos que se encaixariam em mais de uma categoria e que tratam de conceitos acadêmicos hegemônicos, mesmo com objetivos esotéricos e/ou místicos, é importante apontar que a maioria deles apresentam a FQ de forma bastante simplificada. Em alguns casos, as simplificações (que podem ser entendidas como sínteses que buscam atingir uma tradução intercultural) levam a distorções e argumentos semelhantes às estratégias mais insensatas que indivíduos usam para reduzir a dissonância cognitiva, ou seja, para lidar com informações que não são significativamente consistentes entre si³⁵.

Por fim, destacamos que os vídeos com tradução de conhecimentos científicos e com alusão a conceitos científicos eram, em geral, muito atrativos, como indicam suas

³⁵ Para mais detalhes sobre estratégias de redução de dissonância cognitiva, recomendamos o artigo de Festinger (1962).

grandes contagens de visualizações. Esses vídeos contavam com edições minimamente competentes, *designs* visualmente chamativos, além de animações e trechos de filmes.

I.5. Considerações finais

Como tratado anteriormente, grande parte da população brasileira ativa na *internet* já identificou o *YouTube* como fonte de aprendizado (31% de aproximadamente 98 milhões de brasileiros em 2017). Isso indica que diversos usuários brasileiros ativos na plataforma em questão, incluindo aqueles em idade escolar, frequentemente avaliam vídeos semelhantes aos apresentados nos Quadros 1 e 2 como educativos ou, no mínimo, informativos. Não só isso, mas esses usuários podem também aceitar que tais vídeos estão em plena concordância com as concepções acadêmicas hegemônicas sobre fundamentos da FQ, algo que é muito distante da realidade.

Um estudante do ensino médio sem muita experiência na busca por conteúdo educacional no *YouTube*, por exemplo, e sem nunca ter visto conteúdos de FQ em sala de aula poderá encontrar dificuldades não apenas na procura por aulas virtuais de qualidade ao acessar o *YouTube*, mas na procura por aulas virtuais ou recursos de ensino-aprendizagem de quaisquer qualidades. Como apresentado, aulas virtuais não são os resultados de maior destaque em buscas no *YouTube* quando utilizadas as classificações por contagem de visualizações e por relevância, que são duas das ferramentas mais básicas de hierarquização de resultados. Portanto, pode-se afirmar que o ensino-aprendizagem de FQ não possui papel de destaque nesse ambiente digital; outras perspectivas e abordagens são mais populares e, mesmo algumas tendo caráter informativo, não são profundamente congruentes com as concepções da área de Educação em Ciências. Além disso, quando um indivíduo leigo (e aqui nos referimos a alguém que não entenda de FQ) busca informações em plataformas que ele considera confiável, é natural que não julgue profundamente, por essa confiança ou por alguma dificuldade, o tipo de conteúdo que recebe. Assim, pode ocorrer, sem a intenção do indivíduo, a disseminação de concepções alternativas e metáforas conceituais imprudentes que reforçam conflitos e dissonâncias com as concepções acadêmicas hegemônicas.

Por fim, reconhecemos que celulares e redes sociais são muito presentes no cotidiano de indivíduos em idade escolar, mas que seu uso em sala de aula ainda é motivo de controvérsia. Destacamos, porém, que, se bem empregadas, podem ser ótimas ferramentas para auxiliar o ensino-aprendizagem de Física e especialmente de FQ. Entendemos que pode parecer, em certos momentos, demasiadamente complicada a

conjunção de dois temas tão controversos (o uso de celulares em sala de aula e o entrelaçamento de FQ com outros tipos de saberes), mas acreditamos que uma das funções da escola é justamente ser um palco de profundas mudanças conceituais e de discussões relacionadas a divulgação científica e Natureza da Ciência (NdC). Dito isso, incentivamos o uso desse tipo de recurso em salas de aula regulares como forma de professores e professoras instrumentalizarem estudantes a construir um senso crítico em relação às informações obtidas em plataformas digitais (e redes sociais) e ampliarem as maneiras como a FMC e a NdC são tratadas nas escolas.

Referências

FILGUEIRAS, C. A. L. A história da ciência e o objeto de seu estudo: confrontos entre a ciência periférica, a ciência central e a ciência marginal. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 5, p. 709-712, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422001000500020>>. Acesso em 23 de setembro de 2019.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo executivo. Brasília, DF: 2019. 24p.

COSTA, T. T. **A apropriação do termo quântico: de que forma a física moderna e contemporânea é divulgada por outras áreas de conhecimento**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) – CEFET/RJ.

FESTINGER, L. Cognitive Dissonance. **Scientific American**, v. 207, n. 4, p. 93–106, 1962. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/scientificamerican1062-93>>. Acesso em 16 de novembro de 2019.

MACHADO, S. S. L. **Implicações Culturais da Teoria Quântica: Caminhos Metafóricos e as Apropriações Indébitas**. 2017. 227 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - UFSC.

MEDINA, M. N.; BRAGA, M.; REGO, S. C. R. Ensinar Ciências Para Alunos Do Século XXI : O Uso De Vídeo-Aulas De Ciências Da Natureza Por Alunos Do Ensino Médio De Uma Escola Pública Federal. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1–8, 2015.

MICHEL, R.; SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. R. Uma Busca na Internet por Ferramentas para a Educação Química no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 3–7, 2004.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Área

De Pesquisa “Física Moderna E Contemporânea No Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 3, p. 23–48, 2000.

PESSOA JR., O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. Campina Grande: Livraria da Física, 2011. p. 281–302.

QUINTANILHA, L. F. Inovação pedagógica universitária mediada pelo Facebook e YouTube: uma experiência de ensino-aprendizagem direcionado à geração-Z. **Educar em Revista**, n. 65, p. 249–263, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.50027>>. Acesso em 23 de setembro de 2019.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 79, p. 71–94, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 16 de novembro de 2019.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V. **O uso de vídeos por estudantes de ensino médio no estudo das ciências da natureza**, 2016.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O Papel Do Youtube No Ensino De Ciências Para Estudantes Do Ensino Médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, p. 35–55, 2017.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. O vídeo como recurso didático para ensino de ciências: uma categorização inicial. **IX Jornada De Ensino, Pesquisa E Extensão**, p. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0315-1.pdf>>. Acesso em 4 de setembro de 2019.