Parte III - Implicações culturais e educacionais da teoria quântica

Mecânica quântica e a cultura em dois momentos

Frederico Firmo de Souza Cruz

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

FREIRE JR, O., PESSOA JR, O., and BROMBERG, JL., orgs. *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais* [online]. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2011. 456 p. ISBN 978-85-7879-060-8. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

Mecânica Quântica e a cultura em dois momentos

Frederico Firmo de Souza Cruz

1 Introdução

A penetração da mecânica quântica nas atividades sociais e culturais mais diversas é notória e pode ser avaliada através de uma simples consulta ao Google. Uma busca exhibe cerca de 9 milhões de entradas para medicina quântica; 3 milhões, para cura ou terapia quântica; 6 milhões para psicologia quântica; 3 milhões para mente quântica e quase o mesmo número para o tantra quântico. Esta presença em áreas tão diversas mostra que a mecânica quântica, além de uma teoria revolucionária é também um fenômeno sociocultural. Richard Dawkins escreveu,

Você pode comprar quantos livros quiser sobre cura quântica, sem mencionar a psicologia quântica, a responsabilidade quântica, moralidade quântica, imortalidade quântica ou teologia quântica. Eu não encontrei ainda um livro sobre feminismo quântico, administração financeira quântica ou teoria Afro-quântica, mas dê um tempo. (DAWKINS, 2003, p. 147)

Na verdade, a previsão de Dawkins se confirmou, pelo menos em parte, pois Carolyn Guertin (2003), da Universidade de Toronto, apresentou uma tese cujo título tem o termo feminismo quântico. Sokal e Bricmont (1999) escreveram sobre os significados polissêmicos que resultam da apropriação equivocada de conceitos por diferentes grupos da comunidade acadêmica, mas aqui não falaremos da academia, nem pretendemos debater a chamada guerra das ciências, mas, sim,

refletir sobre a inevitável apropriação de conhecimentos por comunidades que tem diferentes formações, objetivos e atividades, e compartilham o mesmo lugar e tempo na sociedade. O conhecimento científico, assim como a arte, a mitologia e outras criações culturais do espírito humano, é de domínio público. As práticas sociais, frequentemente, levam grupos a desenvolverem certa autonomia, criando fronteiras que são definidas por diferenças de conhecimento, de cultura, de linguagem, organização social... As fronteiras criadas geram uma falsa impressão de propriedade, mas são, em geral, porosas e móveis, e o conhecimento de uns é inevitavelmente apropriado por outros, podendo eventualmente adquirir novos significados e representações. A presença de um conhecimento tão sofisticado como a mecânica quântica, em ambientes sociais tão diversos, é um exemplo desta porosidade.

Neste trabalho vamos considerar a relação entre a Física moderna e a cultura, em dois períodos distintos: o primeiro, do final do século XIX até o final da Segunda Guerra Mundial, envolve o contexto da formulação da mecânica quântica em uma sociedade em grande ebulição; o segundo, dos anos 60 aos dias de hoje, viu crescer a presença da palavra quântica nas mais variadas atividades sociais e o ressurgimento das discussões de fundamentos e interpretações da mecânica quântica, em um momento onde ela está bem consolidada.

2 Fazendo a revolução: o contexto da formulação

A segunda metade do século XIX é marcada por uma grande agitação social, gerada por conflitos entre as velhas e novas classes, e pelas mudanças trazidas por uma sociedade cada vez mais urbana. (HOBSBAWN, 2009; LAWRENCE, 2005) É o tempo de uma classe média ascendente, que tenta se diferenciar tanto da aristocracia, quanto da classe operária. É uma sociedade em busca de novos valores, tentando compreender um mundo ampliado pelo colonialismo, diminuído pelas comunicações e transportes e sufocado nas grandes cidades, que funcionam como um concentrador de todos os males e bens do progresso. São tempos onde a expansão da educação levou à criação de profissões técnicas e científicas e onde se buscou, por uma racionalidade capaz administrar o caos urbano, as comunicações a saúde pública e a economia. A crença na ciência se manifestou tanto para administrar o que estava posto, como também para questionar. É o tempo em que o positivismo comteano e o marxismo utilizam o termo científico para fins diferentes. A ciência, marcada pela Teoria da Evolução de Darwin e pela Física clássica, havia obtido tanto sucesso que se pensou que o conhecimento físico do mundo havia sido dominado.

Ao final do século XIX, a dinâmica social já havia demonstrado que o ideal positivista de estender os métodos e fundamentos das ciências naturais para o tratamento de problemas sociais e humanos não era realizável. (BIDDISS, 2009; HOBSBAWN, 2009, p. 282-386; MARTEL, 2006, parte 1) O ideal positivista não conseguia dar conta das necessidades materiais, intelectuais e espirituais de toda a sociedade. Tudo que dizia respeito ao sujeito, à vontade, ao desejo, ao espírito e ao livre arbítrio contrastava com a ideia de uma evolução ditada por leis naturais objetivas. Freud, com sua obra, havia evidenciado as agruras do ego individual, entre o inconsciente, demandando satisfação e prazer, e as restrições morais da sociedade vitoriana. Na sociedade urbana, a contestação de valores, os conflitos ideológicos e morais, o debate sobre a sexualidade e a religiosidade, amplificavam-se. (HALL, 2006; HOBSBAWN, 2009)

No plano da cultura e da arte, a decepção com a visão científica da vida em sociedade se manifestou através do modernismo que se contrapôs ao ideal quase científico do naturalismo e realismo de descrever fielmente o mundo (WALTZ, 2005). Porém, o modernismo não pode ser caracterizado como um estilo artístico, mas, sim, como um movimento multifacetado, congregando estilos, linguagens e formas de expressão nem sempre convergentes, como o cubismo, o expressionismo, o futurismo, o dadaísmo e o surrealismo. (CARDULLO; KNOPE, 2001; HOPKINS, 2004; SCHAFNER, 2006) As obras literárias de pintura ou teatro expressavam a ruptura social, a contestação dos valores morais e estéticos burgueses e críticas à massificação da cultura. Defendiam a quebra da causalidade, da temporalidade; redefiniam os objetos e objetivos da arte e buscavam novas formas de perceber o mundo. Os modernistas buscavam liberar a representação artística da obrigação de ser fiel a uma realidade aparente e iniciaram uma crítica profunda à concepção ingênua de linguagem (MATAR, 2006); e, neste sentido, o modernismo é também uma expressão da “crise da representação” em que a ciência também se encontrava, devido a descobertas científicas que abalaram a crença no poder da percepção e na noção de realidade. A descoberta do raio-X gerou um impacto muito grande no meio cultural. Enxergar o invisível e desvelar um mundo, além do aparente sensível, motivou pintores, místicos, charlatões, visionários... De 1895, quando foi descoberto, até 1896, dezenas de livros e centenas de artigos e revistas de toda natureza foram publicados sobre o raio-X, com as mais diferentes interpretações. Por exemplo, foi interpretado como demonstração da existência de uma quarta dimensão, inacessível aos nossos sentidos. Segundo esta interpretação, a percepção humana comum permite-nos apenas ver as sombras projetadas em três dimensões de uma realidade quadridimensional, que podia ser revelada pelo raio-X. Os clarividentes e médiuns teriam a capacidade de perceber as manifestações desta quarta dimensão e as fotografias de raio-X seriam uma forma física de revelá-la.

A radioatividade e a transmutação da matéria fez com que se tomasse consciência de que nem a matéria era perene. Gustave Le Bon (2008), em seu livro de divulgação científica, *L' évolution de la matière*, escreveu a respeito: “a matéria é uma forma estável de energia interatômica num processo gradual de desaparecimento no éter”. Le Bon, médico, antropólogo, psicólogo social e cientista amador, era muito bem conceituado nos meios intelectuais e seu livro, *best-seller* da época, influenciou muitos artistas. As novas descobertas científicas de então estavam em ressonância com muitas ideias e concepções difundidas entre os modernistas e presentes no imaginário social, de forma marcante; e isto aparece nas pinturas de F. Kupka e M. Duchamps, analisadas em detalhe na referência. (HENDERSON, 1988)

Na comunidade científica, questões sociais e culturais e as características das novas radiações geraram um programa de pesquisa bastante controverso. No final do século XIX, importantes físicos britânicos se associaram e estiveram à frente da Sociedade Britânica para Pesquisas Psíquicas (SPP). Pesquisadores renomados, como Willian Crookes, William Fletcher Barrett, Oliver Lodge, J.J. Thomson, Lord Rayleigh, entre outros, se dedicaram a investigar fenômenos paranormais, como clarividência, telepatia, espiritismo. Tais supostos fenômenos eram muito difundidos pela Teosofia e outros movimentos místicos, mas os avanços do conhecimento sobre as radiações levaram os cientistas da SPP a vislumbrar a possibilidade de transformar tais fenômenos em objetos de pesquisa científica, isto é, enquadrá-los dentro do corpo da ciência positiva. Além deste objetivo tão positivista, muitos dos envolvidos estavam imbuídos de religiosidade e acreditavam na possibilidade de provar a existência da mente independente da matéria ordinária e, com isso, combater a filosofia materialista. (NOAKES, 2008)

O impacto destas descobertas no interior da comunidade científica e filosófica pode ser medido pelas palavras de um astrônomo, Camille Flammarion, que considerava que os raios-x demonstravam que: “sensação e realidade são duas coisas distintas; [...] na verdade, é o exemplo mais eloquente em favor do axioma: é não científico afirmar que as realidades se encerram nos limites de nosso conhecimento e observação”, da obra *L'inconnu*, citado em (HENDERSON 1988). As palavras de Flammarion mostram o tamanho dos obstáculos que estas descobertas colocaram à noção de representação científica da realidade.

Representação é, de uma maneira ingênua, compreendida como uma forma de espelhar, isto é, criar uma imagem, uma descrição sobre algo exterior a nossa mente. Esta definição de representação traz à tona a pergunta fundamental; como é possível garantir que o sujeito, através de uma ação mental, adquira conhecimento e crie uma representação “verdadeira” e objetiva da realidade exterior?

A filosofia dualista de Descartes, fundamentando-se na separação entre sujeito e objeto, argumenta que a veracidade e objetividade de um conhecimento e de sua representação é garantido pelo pensar metódico e não pelos dados sensíveis, contrariamente à visão empirista.

Na visão kantiana, o conhecimento objetivo e sua representação estão associados à noção de fenômeno. O fenômeno não é o dado puro da percepção, mas sim a representação do objeto exterior, obtida pela aplicação de categorias e formas *a priori*. As categorias e formas *a priori* são estruturas cognitivas inatas, necessárias e universais, que instrumentalizam o pensamento e garantem a objetividade do conhecimento e da representação. A síntese kantiana, portanto, não se restringe às informações ou induções dos dados empíricos, nem ao racionalismo cartesiano. Entre as categorias e formas *a priori*, o espaço e o tempo são considerados formas puras da intuição, sem as quais não é possível pensar a experiência sensível. Este referencial epistemológico tem fortes ligações com a Física newtoniana, onde entender, explicar e pensar sobre qualquer objeto físico é compreender a dinâmica de evolução espaço-temporal. Para representar um fenômeno, é necessário ter equações de movimento. Partículas ou coisas extensas como ondas, campos, fluidos, radiação ou propriedades, como carga e temperatura, adquirem significado apenas quando descritos no espaço tempo. A própria noção de realidade de um objeto está associada à possibilidade de localizá-lo no espaço/tempo.

Tomando como referência Kant, a crise de representação fica mais evidente. A descoberta do mundo invisível pela Física questionou a percepção e o papel dos sentidos, na construção do conhecimento, e a Teoria da Relatividade, por sua vez, contestou a noção de espaço e tempo como forma *a priori*. Por sua vez, o inconsciente freudiano questionou a racionalidade do pensar. Se no campo filosófico e científico a representação estava em crise, na arte, os modernistas empreendiam uma verdadeira revolução representacional. Os pintores de vanguarda viram nas descobertas da Física um apoio inesperado contra a ideia de pintura como um espelho da realidade. As pinturas não precisavam mais ter contornos bem definidos, nem se referir apenas à superfície dos objetos, pois a matéria também não os tinha. O raio-X havia demonstrado a limitação do olho humano e liberou o pintor dos limites da luz visível. Picasso liberou as representações ao afirmar que “a arte é uma mentira que nos aproxima da verdade”. A ideia de perceber através de aparelhos também questionou o conceito kantiano de fenômeno e gerou o conceito de fenomenotécnica de Bachelard. Para outros não há mais descobertas, apenas invenções; e pintores, como Paul Klee, concebem a pintura como uma forma de criar o visível e não de mostrá-lo.

Os desenvolvimentos seguintes da Física levaram do quantum de Planck à formulação final da mecânica quântica, exigindo de seus fundadores rupturas profundas com conceitos e concepções bastante arraigados. Quando Heisenberg

formula sua mecânica matricial, ele abre mão da descrição no espaço/tempo. Tomando as transições como as únicas grandezas observáveis e o princípio da correspondência, ele cria uma descrição matricial sem se referir, em nenhum momento, a partículas, a posição ou a momento no espaço/tempo. Esta formulação marcou o abandono dos modelos pictóricos, como os de Bohr e Sommerfeld e caracterizou uma ruptura na forma de representar o mundo físico.

A nova linguagem e a mudança de referentes foram bastante perturbadoras e muitos receberam com alívio a descrição mais familiar, no espaço/tempo, que foi momentaneamente resgatada pela mecânica ondulatória de Schrödinger. Porém, a realidade das ondas de Schrödinger foi questionada e reinterpretada, como uma amplitude de probabilidade, e a dualidade, associada ao objeto quântico, foi harmonizada, através da interpretação probabilística e do princípio da complementaridade, formando a base do que se entende por Interpretação de Copenhagen.

A Interpretação de Copenhagen, fruto de um longo processo dialógico dentro da comunidade científica e filosófica, gerou questões sobre o determinismo, o caráter probabilístico da natureza, a realidade do objeto quântico, o caráter da representação, o papel do observador e do ato de medida, o papel da consciência, a objetividade do conhecimento, a completeza da representação. (BELLER, 2001)

A completeza, no sentido clássico, requer que cada propriedade física real tenha uma contrapartida única na representação, o que é contrariado pela dualidade onda partícula. O princípio da complementaridade foi proposto como uma solução de compromisso, que defende a completeza da teoria, incorporando, numa mesma representação, duas descrições diferentes e exclusivas sobre um mesmo objeto, o que não se enquadra dentro da noção kantiana de representação. Para Bohr, o termo fenômeno está associado à compreensão dos efeitos observados, sob condições experimentais estruturadas *a priori*, que levam em conta as propriedades complementares. A complementaridade permite, então, uma unificação da descrição, dando sentido e significado ao fenômeno. Bohr entendia que as formas usuais de percepção impõe limitações à linguagem descritiva e que estas limitações seriam inerentes à natureza humana, cujos processos cognitivos estariam vinculados aos limites da percepção. Em outras palavras, estamos presos à linguagem da Física clássica e por esta razão ele considerava que a linguagem formal da mecânica quântica não seria capaz de dar uma descrição semântica e teria um papel apenas instrumental. Neste ponto Heisenberg e Pauli discordavam de Bohr. Heisenberg considerava que a revolução na ciência estava ligada a uma revolução no padrão de pensamento, implicando nisto a atribuição de uma nova semântica à linguagem formal da mecânica quântica. (HICKEY, 1995, p. 151) Para vários autores, a concepção de fenômeno e o papel da linguagem clássica em Bohr é neokantiano. Para uma discussão mais

aprofundada sobre o caráter neokantiano da obra de Bohr ver Brock (2009), D’Espagnat (2009), Falkenburg (2009) e Kaiser (1992).

O período de formulação da mecânica quântica foi cheio de debates e questões e se incorporou no clima intelectual marcado pela irreverência e iconoclastia da época. A perplexidade diante das questões postas pela nova Física fez com que, na busca de respostas, fossem mobilizados argumentos extraídos das mais variadas fontes, tornando a fronteira entre ciência e o meio cultural mais porosa. A seguinte frase de Bohr é bastante significativa,

[...] com respeito à limitada aplicabilidade das idealizações costumeiras, devemos de fato nos voltar para outros ramos da ciência, tais como psicologia, ou mesmo refletir sobre tipos de problemas epistemológicos que já foram enfrentados por pensadores como Buda e Lao Tse, quando tentaram harmonizar a nossa posição como espectadores e atores do grande drama da existência. Porém, o reconhecimento de uma analogia de caráter puramente lógico nos problemas que se apresentam em campos de interesse humano tão largamente separados não implica na aceitação na física atômica de qualquer misticismo estranho ao verdadeiro espírito da ciência. (BOHR, 1987, p. 367)

Pauli é um exemplo desta abertura para outros tipos de conhecimento. Devido a suas ligações com a psicanálise de Jung, ele entende que matéria e mente são aspectos complementares de uma mesma realidade, governada por princípios de ordenamento comum, e que o entendimento do mundo extrapola a pura racionalidade. A percepção e a compreensão do fenômeno para Pauli passam pela mobilização do inconsciente e não apenas do consciente. No caso, ele se refere ao inconsciente coletivo e aos arquétipos que são formas simbólicas que aparecem em todas as culturas, linguagens, mitos etc... Segundo Pauli, a compreensão da realidade passa necessariamente pelas formas simbólicas e os arquétipos funcionam como fatores de ordenação que auxiliam a criação de imagens fazendo a ponte entre a percepção e o entendimento.

[...] no presente momento alcançou-se um ponto onde a visão racionalista ultrapassou o seu zênite, e se descobriu muito estreita. Externamente todos os contrastes aparecem extraordinariamente acentuados. De um lado o caminho racional do pensamento leva a suposição de uma realidade que não poder ser diretamente apreendida pelos sentidos, mas que pode ser compreensível por meio de matemática e outros símbolos. Por exemplo, o átomo ou o inconsciente. Mas do outro lado os efeitos visíveis desta realidade abstrata são tão concretas quanto explosões atômicas, e não são

necessariamente boas, na verdade em alguns momentos é exatamente o oposto. A fuga do meramente racional, onde o poder da vontade está quase sempre presente como um pano de fundo, para o seu oposto, por exemplo misticismo Cristão ou Budista é óbvio e emocionalmente compreensível. Porém eu ainda acredito que não existe nenhum outro caminho, seja para quem o racionalismo é estreito e perdeu força da convicção, seja para aqueles que a mágica da atitude mística, ..., não é efetiva o suficiente, senão o de se expor de uma forma ou de outra a estes contrastes acentuados e seus conflitos. (ATMANSPACHER; PRIMAS, 2006, p. 28)

Pauli advogava a necessidade de se redefinir a realidade incorporando os símbolos.

Quando o leigo diz realidade, ele usualmente pensa que está falando sobre alguma coisa evidente e bem conhecida; por contraste me parece que a mais importante e difícil tarefa de nosso tempo é trabalhar uma nova ideia de realidade... O que tenho em mente, com relação a esta nova ideia de realidade, é – em termos provisórios – a ideia de realidade do símbolo. De um lado, um símbolo é um produto do esforço humano, do outro indica uma ordem objetiva no cosmos do qual os humanos são apenas uma parte. (ATMANSPACHER; PRIMAS, 2006, p. 11)

Associando alguns arquétipos a certas simetrias, Pauli deu a estas um papel de relevância no desenvolvimento de teorias físicas, o que se mostrou extremamente frutífero para as gerações seguintes.

Apesar do seu entusiasmo com as questões sobre a mente, Pauli sempre foi muito ponderado com relação a conclusões e atento a extrapolações perigosas, por exemplo, com relação ao papel do sujeito na medida,

Uma vez que o observador físico tenha escolhido o arranjo experimental, ele não tem mais nenhuma influência sobre o resultado que é objetivamente registrado e acessível a qualquer outro sujeito. As propriedades subjetivas do observador e o seu estado psicológico são irrelevantes para as leis natureza sejam quânticas ou clássicas. (ATMANSPACHER; HANS PRIMAS, 2008, p. 94)

Como um intelectual e pensador, Pauli compartilhou as ideias de sua época; e de suas reflexões, criou novos instrumentos teóricos para investigação em Física. Importante frisar que não se trata de buscar uma ligação causal ou implicações diretas, mas sim, enfatizar o papel do Zeitgeist, promovendo um fluxo de ideias

entre ciência e o meio cultural. Para alguns, este fluxo de ideias era positivo, mas para outros, negativo e preocupante. Em 1932, Schrödinger escreve um artigo com um título sugestivo, *Ist die naturwinssenschaft Milieubedingt?*, onde sugere que a Física havia caído vítima do Zeitgeist, caracterizado por uma iconoclastia que impunha a necessidade de algo radicalmente diferente da ordem estabelecida (SCHROEDINGER 1935, Cap V). Esta iconoclastia foi criticado por Planck em *Where is science going?*

[...] nós estamos vivendo um momento singular na história. É um momento de crise, no sentido literal da palavra, mensagens de uma decadência para a qual a nossa civilização está fatalmente destinada. Antes foi apenas a religião, especialmente os seus sistemas morais e doutrinários que foram alvo de ataque dos céticos. Então a iconoclastia começou a destroçar os ideais e princípios que até então eram aceitos nos domínios da arte. Agora invadiu o templo da ciência. Dificilmente se encontra um axioma científico que não seja negado nos dias de hoje. Ao mesmo tempo qualquer *nonsense* teórico apresentado em nome da ciência encontrará, quase com certeza, discípulos e crentes em algum ou outro lugar. (PLANCK, 1977, p. 66)

As palavras de Planck e de Schrödinger expressavam a perplexidade diante da crítica radical e da agitação no meio social. Toda esta crítica e agitação eram, de certa forma, resultado de acontecimentos traumáticos. A tragédia e a brutalidade resultante da Primeira Guerra geraram não apenas a Revolução Russa, como também uma estupefação diante do próprio homem. Se por um lado, Freud já havia mostrado como a psique humana é um amontoado de fragmentos não necessariamente integrados, por outro a revolução Russa mostrou que a sociedade não era imutável. Parecia que os fatos mostravam que nada havia de essencial na natureza humana, apenas o seu caráter social e cultural. Com a difusão do anticlericalismo e do secularismo, parecia não haver sequer Deus para garantir a essencialidade. Nietzsche já havia dito *Deus está morto*. Os movimentos vanguardistas se multiplicaram entre os que abraçaram totalmente o niilismo e o *nonsense*, e os que buscavam uma nova subjetividade e uma nova racionalidade. Ao Dadaísmo, que confrontava a arte e a sociedade espelhando o *nonsense* desta própria sociedade, segue-se o Surrealismo, que dá ênfase ao inconsciente e aos segredos da psique. Embora usualmente associado ao irracionalismo e ao bizarro, o Surrealismo se considera uma arte conceitual com suporte nas ideias de Freud e na Física de então. Para os surrealistas, os sonhos e o inconsciente não eram puramente irracionais, mas sim faziam parte de uma suprarracionalidade escondida, sobre a qual não temos consciência. A linguagem tortuosa do sonho não respeita tempo nem espaço, mas pode ser interpretada como uma expressão do que está escondido.

Na França, por volta de 1920, os surrealistas foram expostos às implicações filosóficas da Relatividade e da Teoria Quântica através de livros e artigos de divulgação. No seu livro *Surrealism, art and modern science*, Gavin Parkinson (2008) descreve em detalhes como os nomes de físicos, como Einstein, Eddington e James Jeans, Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg e Louis de Broglie apareceram em revistas próximas ao movimento surrealista. Parkinson também faz um estudo detalhado do papel de Bachelard que atuava como uma ponte intelectual entre as ciências e a arte. No período em que Planck e Schrodinger explicitam sua revolta e perplexidade com os caminhos da ciência, é também o período onde a arte e ciência se aproximam. Em 1934, Carl Einstein, escritor, crítico e teórico de arte e militante anarquista, escreve o livro *Georges Braque*, onde analisa o cubismo. Para ele, a guinada da arte para abstração foi causada pelas mesmas forças que geraram a Física moderna e a Psicanálise. Ele considerou que os traços distintivos da arte moderna, a causalidade, heterogeneidade e a linguagem da fragmentação e dispersão, tinham origem na nova epistemologia que emergia da física. Para ele, a relatividade e o cubismo eram faces de uma mesma revolução. No mesmo ano, Henri-Charles Puech, reconhecido historiador das religiões, escreve um artigo com o título *Significação e representação*, onde considera que a busca da ciência e da filosofia pela essência por traz das aparências pode ser realizada apenas por meios complexos e expressáveis apenas por símbolos e técnicas abstratas, o que causa uma ruptura entre o homem moderno e o cientista. Considera ainda que os novos objetos quase imateriais da Física moderna, além de sepultar a representação naturalista, impõe a necessidade de se criar uma outra representação, com base numa intuição mais mental e simbólica que unifique símbolo e realidade. Estas palavras ecoam palavras similares de Pauli e de Bachelard, embora não seja possível estabelecer aqui uma ligação direta entre Pauli e Puech.

Nos anos seguintes à formalização final da Mecânica Quântica, Wolfgang Paalen e Matta, considerados os últimos surrealistas, vão defender uma aproximação da arte com a mecânica quântica. Paalen, de forma mais teórica e reflexiva, tentou formular uma epistemologia comum à arte e às ciências. Ele entendia a arte e a ciência como complementares. Isto é, no espírito da dualidade onda corpúsculo, arte e ciência seriam representações exclusivas, mas ambas necessárias para um entendimento do mundo. Influenciado pela obra de de Broglie, Paalen desenvolveu um conhecimento aprofundado sobre a nova teoria dos quanta e em sua obra criou uma linguagem de ondas e cores espectrais. Publicou, em sua revista *Dyn*, vários artigos relacionando Arte e Física moderna. Pensava, com isso, fundar uma nova escola de pintura que superasse o surrealismo de Breton. Matta baseou muito do seu trabalho em suas interpretações e (mal) apropriações da geometria não-euclídeana, da relatividade e da Mecânica Quântica. Sem ser teórico como Paalen, Matta ressignificou conceitos científicos de forma não muito rigorosa mas, segundo Parkinson, isto talvez tenha concorrido para a qualidade superior de seus quadros. (PARKINSON, 2008, p. 145)

A aproximação entre a ciência moderna e o modernismo nas artes está associada a busca por uma descrição e/ou explicação de uma realidade que estava além das aparências e da percepção. Nesta busca, tanto a ciência quanto a arte se redefiniram. A necessidade de uma nova representação de mundo foi um dos ingredientes que criou esta sincronia de pensamentos e de reflexões, gerando um fluxo de ideias e significações entre Ciência, Arte e Filosofia. Pauli considerava que a aparição simultânea de novas noções em áreas diversas eram coincidências notáveis e, como Jung, relacionava esta simultaneidade ao inconsciente coletivo. O fluxo de ideias entre comunidades diversas se torna maior em momentos de crise. Nestes momentos, todos os tipos de conhecimento e de saberes e de práticas são mobilizados e ressignificados. No entanto, deve-se frisar que o processo de apropriação de um conhecimento se dá através da dinâmica interna de cada campo. Assim, no campo científico, passo a passo, através de ressignificações ao longo da história, os aspectos subjetivos contingentes e idiossincráticos vão sendo varridos em busca de uma objetivação. A visão arquetípica de matiz junguiano, importante para a ênfase no papel simbólico das simetrias em Pauli, influenciou-o no desenvolvimento e interpretação do formalismo da Mecânica Quântica, porém não é possível hoje se associar arquétipos aos conceitos da Mecânica Quântica.

3 Mecânica quântica e os tempos modernos

Após os anos efervescentes que serviram de pano de fundo para o desenvolvimento (1900-1922), a formulação (1923-1928), veio o período de (1929 a 1963) durante o qual a quântica se tornou um paradigma, se legitimando pela capacidade de gerar explicações sobre uma gama de fenômenos cada vez mais ampla como na física nuclear, na física do estado sólido, no vigoroso desenvolvimento da teoria quântica de campos e nas inovações tecnológicas. A ciência mais e mais especializada relegou para segundo plano as questões epistemológicas, ou assuntos filosóficos correlatos. As discussões sobre os fundamentos e interpretações ficaram restritas a pequenos grupos e a filósofos, até que o trabalho de John Bell recolocou as questões de fundamento num novo patamar, onde podia ser investigada também experimentalmente. (FREIRE, 2003, 2006, 2009) Este período, caracteriza-se pelo ressurgimento das interpretações: Copenhague, de Broglie-Bohm, histórias consistentes, transacional, modal, muitos mundos, muitas mentes etc...

O ressurgimento dos debates interpretativos teve como pano de fundo os anos 60. Após experiências brutais, como a bomba de Hiroshima e Nagasaki e o holocausto, a Segunda Guerra havia deixado sequelas marcantes e, apesar do crescimento econômico que se seguiu e o reerguimento da Europa, a insatisfação com os descaminhos da sociedade se refletiu em vários movimentos sociais que, de alguma forma, tinham algo em comum com os movimentos contestatórios do

entre-guerras. O existencialismo, o movimento *beat*, os movimentos sociais de libertação no terceiro mundo, os movimentos pelos direitos civis, o movimento *hippie* são alguns dos que confluíram para criar a contracultura dos anos 60, com sua crítica libertária contra normas sociais, costumes, estética etc.. Os anos 60, simbolizados pelo maio de 68, foram marcantes tanto pela contestação, como pelo romantismo, isto é, a busca por um ideal libertário, utópico, que queria resgatar o ser humano de toda e qualquer opressão, econômica, cultural ou sexual. O sociólogo Michael Löwy sintetiza os movimentos de 68 como:

[...] uma rebelião contra a sociedade capitalista moderna, em nome de valores culturais e sociais pré-modernos, com um protesto contra o desencantamento do mundo, a dissolução de comunidades humanas pelo interindividualismo competitivo e contra o triunfo da mecanização, reificação, quantificação. (LÖWY, 2002)

Löwy considera este período como uma continuação dos esforços dos surrealistas, combinando a crítica marxista ao romantismo. No resgate da espiritualidade, o simbolismo, o misticismo e o orientalismo conquistaram corações e mentes.

Os anos 60 deixaram marcas indeléveis na sociedade atual, porém de lá até os dias de hoje houve mudanças significativas no *Zeitgeist*. As mudanças, por vezes, são ironizadas como a transição do mundo *hippie* para o mundo *yuppie*. Uma análise desta transição está fora de nosso foco, mas a forma como as concepções da Mecânica Quântica foram apropriadas e utilizadas é um reflexo dessas mudanças. Boa parte da contestação dos 60 foi absorvida pela mesma sociedade de consumo que era objeto da crítica. Pode-se dizer que houve uma destruição de significados.

Um herdeiro dos anos 60, Fritjof Capra, em 1975 lança um livro fazendo paralelos entre a Física moderna e o pensamento oriental. *O Tao da física* (CAPRA, 2000) é até hoje um dos livros mais vendidos e considerado por muitos como a origem do misticismo quântico moderno.

Embora o misticismo também tenha feito parte do contexto da formulação e tenha tido um romântico interlúdio nos anos 60, hoje o imaginário social é muito diferente. No momento atual o misticismo, ou os que se dizem místicos, parecem necessitar mais da legitimação do que da significação. Numa sociedade onde os livros de autoajuda ocupam um lugar privilegiado na indústria cultural, o termo quântica é uma *griffe*. Uma comparação com os anos 60 mostra que, hoje em dia, não é o paralelismo dos símbolos ou a utopia da *new age* que importa. Acompanhem algumas das frases do guru Maharish Mahesh¹.

1 Site do guru: <http://hitxp.wordpress.com/2007/09/06/vedic-quantum-mechanics/>

Deixe-me dar-lhes um exemplo. Seja uma partícula quântica, por exemplo, um elétron. Quase oposta a sua natureza de partícula, foi provado que o elétron se move através de duas fendas ao mesmo tempo. É como se você se movesse através de duas portas adjacentes (separadas por uma parede fina, cuja espessura é quase a mesma que o seu corpo) ao mesmo tempo. “Isto foi provado em vários experimentos”. (grifos do guru)

Tome uma partícula quântica e conduza um experimento sobre ela sem olhá-la, você obterá um resultado. Agora tome a mesma partícula e realize o mesmo experimento, mas desta vez a observando, você obterá um outro resultado. Em outras palavras a partícula sabe se você a está observando ou não. “Isto foi provado em vários experimentos”. (grifos do guru)

Podemos ainda seguir Amit Goswami, físico de formação e místico de profissão, que atua de forma bem mais sofisticada do que o guru, com suas frases soltas, no *site* indicado na nota de rodapé. No capítulo 2 de seu livro, *A física da alma* (GOSWAMI, 2008), ele discute as experiências de Aspect, Dalibard e Roger e conclui que “[...] os fótons do experimento estão conectados por meio de um domínio não local da consciência que transcende o espaço e tempo” e que isto é uma prova da telepatia.

Dando continuidade ao seu discurso pseudocientífico, Goswami discute o experimento da escolha retardada de Wheeler, relacionando-o com o conceito de sincronicidade de Jung e Pauli para em seguida afirmar que esta é uma das primeiras tentativas de compreender a reencarnação por meio do conceito de *não localidade quântica no tempo*. A seção termina com a frase “[...] o experimento da escolha retardada foi comprovado experimentalmente na década de 1980.”

Nas frases acima, sempre seguidas de “foi provado experimentalmente”, fica patente o uso dos conceitos apenas para legitimar cientificamente asserções místicas. É difícil imaginar que um físico como Goswami não esteja ciente dos problemas envolvidos na extrapolação de resultados de experimentos com poucos fótons e/ou átomos ou moléculas para seres tão complexos como o homem, constituído de zilhões de átomos. Pela mesma razão é notório o uso de frases e citações de Bohr, Pauli, Wigner, Heisenberg, Schroedinger, que são repetidas como um mantra na maioria dos livros de “alguma coisa” quântica. Frequentemente as frases são extraídas do contexto e muitas vezes são mutiladas.

Para os místicos modernos, ou quiçá pós-modernos, o objetivo é apenas a persuasão através da fala da autoridade. Não há interesse no debate conceitual, nem na crise de representação, nem no papel dos símbolos e da intuição, ou qualquer

outro assunto que foi tão importante para os fundadores. Para eles, o conhecimento científico tem apenas um caráter instrumental, servindo de artifício ideológico ou sofisticado para legitimar certas afirmações; eles estão interessados apenas em usar os mistérios quânticos como uma mercadoria.

4 Conclusões

O traço distintivo entre os dois momentos que tratamos é que, no contexto da formulação, uma espécie de contexto coletivo da descoberta, a arte estava em busca de novas representações e o mundo de novos valores. Este ambiente propiciou o fluxo de ideias, a partir da comunidade científica e para ela, na busca de novos significados e novas formas para compreender e representar o mundo. Já no momento atual, temos uma forte pressão da indústria cultural e a Mecânica Quântica se encontra mais próxima do contexto da justificação e como tal é utilizada, apenas como argumento de legitimação e propaganda. Apesar de certas similaridades com o período da formulação, *alguns aspectos das relações entre quântica e a cultura, nos dias de hoje, se repetem quase sempre como farsa*, indicando mais uma crise de significação do que de representação.

Antes de concluir, devemos mencionar que, além do misticismo quântico e outros “ismos quânticos”, nas artes existem movimentos como a Estética Quântica (CARO; MURPHY, 2002), que se assemelha em muito aos movimentos da época do surrealismo e busca uma aproximação entre Arte e Ciência. O problema cérebro-mente ou mente e matéria que se tornou para alguns a quântica e consciência, é um tema recorrente que penetra a sociedade, ultrapassando os muros entre diferentes campos disciplinares e envolvendo cientistas e leigos. (PENROSE, 2000; STAPP, 2009; TUSZYNSKI, 2006) Não podemos esquecer que este tema também esteve presente no contexto da formulação. (MARIN, 2009) O ressurgimento do debate sobre as interpretações também atrai o campo filosófico e promove uma aproximação entre comunidades que já estiveram mais separadas (BITBOL; KERSZBERG; PETITOT, 2009); e para finalizar não podemos esquecer o debate sempre presente de fundo teológico. (DJUPSJÖBACKA, 2005; HODGSON, 2006)

Tudo isto demonstra que talvez os dois mundos de Snow não estejam tão separados assim e que a porosidade e consequente apropriação de conhecimentos por várias comunidades ou grupos sociais é um interessante objeto de investigação e reflexão.

Referências

ATMANSPACHER, H.; PRIMAS, H. Pauli's Ideas on Mind and Matter in the context of Contemporary Science. *Journal of Consciousness Studies*, v. 13, p. 5–50, 2006.

_____. *Recasting reality: wolfgang Pauli's philosophical ideas and contemporary science*. Dordrecht: Springer, 2008.

BELLER, M. *Quantum dialogue: the making of a revolution*. Chicago: University Of Chicago 2001.

BIDDISS, M. Intellectual and cultural upheaval, 1890–1945. In: _____. *Themes in Modern European History, 1890-1945*. London: Routledge, 2009. p. 82–116.

BITBOL, M.; KERSZBERG, P.; PETITOT, J. (Ed.). *Constituting objectivity: transcendental Perspectives on Modern Physics*. Dordrecht: Springer, 2009. (The Western Ontario Series in Philosophy of Science)

BOHR, N. H. D. *Niels Bohr, essays and papers*. Rochester: J T Sanders, 1987.

BON, G. L. *The Evolution of matter*. Swift, M.A: Kessinger, 2008.

BROCK, S. Old Wine Enriched in New bottles: Kantian flavors in Bohr's viewpoint of complementarity. In: BITBOL, M.; KERSZBERG, P.; PETITOT, J. (Ed.). *Constituting objectivity: transcendental Perspectives on Modern Physics*. Dordrecht: Springer, 2009. (The Western Ontario Series in Philosophy of Science). p. 301–317.

CAPRA, F. *The tao of physics: an exploration of the parallels between modern physics and eastern mysticism*. 4th ed. Berkeley, California: Shambhala, 2000.

CARDULLO, B.; KNOPF, M. R. (Ed.). *Theater of the Avant-Garde, 1890-1950: a critical anthology*. New York: Yale University, 2001.

CARO, M. J.; MURPHY, J. W. *The world of quantum culture*. Westport, CT: Praeger, 2002.

DAWKINS, R. *A Devil's Chaplain: Reflections on Hope, Lies, Science, and Love*. Boston -New York: Houghton Mifflin Company, 2003

D'ESPAGNAT, B. A Physicist's Approach to Kant. In: BITBOL, M.; KERSZBERG, P.; PETITOT, J. (Ed.). *Constituting objectivity: transcendental Perspectives on Modern Physics*. Dordrecht: Springer, 2009. (The Western Ontario Series in Philosophy of Science). p. 481–490.

DJUPSJÖBACKA, S. *Dialogue in the crisis of representation*. Abo: Åbo Akademis Förlag – Åbo Akademi University, 2005.

FALKENBURG, B. A critical account of physical reality. In: BITBOL, M.; KERSZBERG, P.; PETITOT, J. (Ed.). *Constituting objectivity: transcendental Perspectives on Modern Physics*. Dordrecht: Springer, 2009. (The Western Ontario Series in Philosophy of Science). p. 229–252. Springer.

FREIRE, O. Philosophy enters the optics laboratory: Bell's theorem and its first experimental tests (1965–1982). *Studies In History and Philosophy of Science Part B*, v. 37, n. 4, p. 577–616, 2006.

_____. Quantum dissidents: Research on the foundations of quantum theory circa 1970. *Studies In History and Philosophy of Science Part B*, v. 40, n. 4, p. 280–289, 2009.

_____. A story without an ending: the quantum physics controversy 1950–1970. *Science & Education*, v. 12, n. 5, p. 573–586, 2003.

GOSWAMI, A. *A física da alma*. São Paulo: Aleph, 2008.

GUERTIN, C. G.. *Quantum Feminist Mnemotechnics: the archival text, digital narrative and the limits of memory*. 2003. Disponível em: <<http://www.mcluhan.utoronto.ca/academy/carolynguertin/diss.html>>.

HALL, L. Sexuality. In: MARTEL, G. (Ed.). *A companion to Europe 1900-1945*. Oxford, UK: Blackwell, 2006. p. 82-97.

HENDERSON, L. D. X rays and the quest for invisible reality in the art of kupca, Duchamp and the cubists. *Art Journal*, p. 323–340, 1988.

HICKEY, T. J. *History of twentieth-century philosophy of science*. [S.l.]: T.J. Hickey, 1995.

HOBSBAWN, E. *A era dos impérios 1875-1914*. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

- HODGSON, P. E. *Theology and modern physics*. Burlington VT: Ashgate, 2006.
- HOPKINS, D. *Dada and surrealism: a very short introduction*. Oxford: Oxford University, 2004.
- KAISER, D. More roots of complementarity: Kantian aspects and influences. *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, v. 23, p. 213–239, 1992.
- LAWRENCE, P. Urbanization, poverty and crime. In: MARTEL, Gordon (Ed.). *A companion to Europe: 1900–1945*. India: Blackwell, 2005. p. 3-18.
- LOWY, M. The revolutionary romanticism of may 1968. *Thesis Eleven*, v. 68, n. 1, p. 95–100, 2002.
- MARIN, J. M. ‘Mysticism’ in quantum mechanics: the forgotten controversy. *European Journal of Physics*, v. 30, n. 4, p. 807–822, 2009.
- MARTEL, G. *A companion to Europe 1900-1945*. Oxford, UK: Blackwell, 2006.
- MATAR, A. *Modernism and the language of philosophy*. New York: Routledge, 2006.
- NOAKES, R. The world of the infinitely little: connecting physical and psychological realities circa 1900. *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, v. 39, p. 323–334, 2008.
- PARKINSON, G. *Surrealism, art and modern science*. New Haven: Yale University, 2008.
- PENROSE, R. *The large, the small and the human mind*. Cambridge: Cambridge University, 2000.
- PLANCK, M. *Where is science going?* Norton; New York: AMS, 1977.
- SCHAFNNER, A. C. Assaulting the order of signs. In: JONES, Dafydd (Ed.). *Dada culture: critical texts on the avant-garde*. Amsterdam: Rodopi, 2006. p. 117-136. (Avant-garde critical studies, v. 18)
- SCHRODINGER, E. *Science and the human temperament* (James Murphy translator), London: George Allen and Unwind Ltd., 1935 ,cap V.

SOKAL, A.; BRICMONT, J. *Fashionable nonsense: postmodern intellectuals' abuse of science*. New York: Picador, 1999.

STAPP, H. P. *Mind, matter and quantum mechanics*. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2009.

TUSZYNSKI, J. A. *The emerging physics of consciousness*. Dordrecht: Springer, 2006.

WALTZ, R. Modernism. In: MARTEL, Gordon (Ed.). *A companion to Europe: 1900-1945*. India: Blackwell, 2005, p. 50-65.