



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Douglas de Aquino Carrega

*Física Quântica e sua relação com
Terapias Alternativas*

Botucatu – SP

2012

Douglas de Aquino Carrega

*Física Quântica e sua relação com
Terapias Alternativas*

Monografia apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Bacharel em Física Médica.

Orientador:
Prof. Dr. Ney Lemke

BACHARELADO EM FÍSICA MÉDICA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E BIOFÍSICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU

Botucatu – SP

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Carrega, Douglas de Aquino.

Mecânica quântica e sua relação com terapias alternativas / Douglas de Aquino Carrega. – Botucatu : [s.n.], 2012

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física Médica) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Ney Lemke

Capes: 10501029

1. Mecânica quântica. 2. Terapias alternativas - Pesquisa. 3. Homeopatia.
4. Cura pela mente. 5. Corpo e mente (Terapia).

Palavras-chave: Cura quântica; Homeopatia; Paradoxo EPR; Terapias Alternativas; Teorema de Bell.

Tese de Conclusão de Curso sob o título “*Física Quântica e sua relação com Terapias Alternativas*”, defendida por Douglas de Aquino Carrega e aprovada em xx de xxx de 2012, em :

Prof. Dr. Ney Lemke
Departamento de Física e Biofísica
Orientador

Prof. Dr. Roberto Morato Fernandez
Departamento de Física e Biofísica - Examinador

Prof. Dr. Diana Rodrigues de Pina Miranda
Departamento de Doenças Tropicais e Diagnóstico por
Imagem - Examinadora

Ao meu Deus criador, salvador e sustentador. Ao homem que me ensinou a ser homem, honesto, bem humorado e dedicado às pessoas que ama, Carlos Wiliam Carrega. À minha mãe, Leni Ribeiro de Aquino Carrega, rainha do lar e porto seguro, à minha noiva Maria Fernanda Correia da Silva que é o meu “eu” feminino. Todos eles nunca mediram esforços e foram fundamentais para que eu alcançasse mais esta conquista.

Agradecimentos

Agradeço com toda as minhas forças à todos que me ajudaram na elaboração desse trabalho:

Ao Professor Doutor Ney Lemke, pela orientação e por compartilhar o prazer de discutir assuntos pouco lembrados dentro da academia e por fazer adentrar no mundo científico.

À equipe do Laboratório de Bioinformática e Biofísica Computacional do Departamento de Física e Biofísica do IBB-Unesp e agregados de Laboratórios vizinhos, pela disposição em tirar dúvidas e compartilhar momentos agradáveis.

Aos meus pais, minha família, minha noiva, pela compreensão, carinho, paciência e disposição.

A todos os amigos e irmãos que conheci na VI Turma de Física Médica da Unesp de Botucatu, em especial; Bananoka, Djalma e ao estimado Zumbi (Uélis) que infelizmente veio a falecer. Aos demais com os quais convivi momentos intensos de alegria e de tristeza durante os 4 anos de graduação, e que foram capazes de me aturar durante todo esse tempo.

“Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que se não veem. Pela fé entendemos que todas as coisas pela palavra de Deus foram criadas; de maneira que o visível veio a surgir das coisas invisíveis.”

“Hebreus 11:1,3.”

Resumo

Este trabalho propôs uma discussão crítica sobre os conceitos e fenômenos da Mecânica Quântica (MQ) empregados na explicação científica que dá suporte quanto ao princípio de funcionamento de algumas terapias alternativas ou sobre a elaboração de seus respectivos medicamentos, em especial, Homeopatia e Cura Quântica. Essa discussão se faz importante para munir o leitor com argumentos sólidos calcados na teoria quântica e confrontá-los com as ideias de simpatizantes leigos dessas terapias. Portanto, o trabalho visou descrever fatos históricos que tornaram possível a construção teórica da Mecânica Quântica, elaborou um resumo da filosofia dominante que norteava o pensamento imediatamente anterior a MQ e o conflito que se seguiu em decorrência das implicações deste novo ramo da Física. Explorou o paradoxo EPR e o consequente teorema de John Bell sobre as desigualdades até chegar no experimento de Alain Aspect envolvendo laser para responder de forma prática e definitiva o paradoxo EPR. Finalmente, o trabalho apresentou um resumo das abordagens e argumentações defendidas pelos proponentes das terapias alternativas e confrontou com os conceitos da Mecânica Quântica, para enfim apresentar ao público um estudo científico sobre Homeopatia e Cura Quântica, e compreender os limites e equívocos empregados a essas terapias.

Palavras-chave: Mecânica Quântica, Paradoxo EPR, Teorema de Bell, Homeopatia, Cura Quântica.

Sumário

Lista de Figuras

1	Introdução	p. 13
2	Objetivos	p. 17
3	Mundo Quântico	p. 18
3.1	Histórico	p. 18
3.2	Discussões Filosóficas	p. 20
3.3	Exclusividades da Mecânica Quântica	p. 22
3.4	Paradoxo EPR	p. 24
3.5	Teorema de Bell	p. 30
4	Mecânica Quântica e Saúde	p. 33
4.1	Relações entre sistemas Físicos e Biológicos	p. 33
4.2	Terapias Alternativas e Complementares	p. 35
4.3	Cura Quântica	p. 36
4.4	Homeopatia	p. 38
4.4.1	Memória da Água	p. 39
4.4.2	Teoria Quântica Fraca - TQF	p. 40
4.4.3	Emaranhamento Médico-Remédio-Paciente	p. 41
5	Conclusão	p. 43
	Referências	p. 46

6	Apêndice	p. 48
6.1	Resumo da formalidade matemática da Mecânica Quântica	p. 48
6.1.1	Primeiro Postulado	p. 48
6.1.2	Segundo Postulado	p. 49
6.1.3	Terceiro Postulado	p. 49
6.1.4	Quarto Postulado - <i>o caso de um espectro discreto não degenerado</i>	p. 50
6.1.5	Quinto Postulado	p. 50
6.1.6	Sexto Postulado	p. 51

Lista de Figuras

1	Densidade de Probabilidade	p. 22
2	Aparato Stern-Gerlach	p. 26

1 *Introdução*

A Mecânica Quântica (MQ) é o ramo da Física que estuda os fenômenos recorrentes na escala atômica e subatômica. O termo “Quântica” provém da quantização da energia, seja da radiação ou dos níveis de energia de um elétron orbitando o núcleo atômico. A MQ é base teórica e experimental de vários campos da Física e da Química, incluindo a Física da Matéria Condensada, Física Atômica, Física Molecular, Química Computacional, Química Quântica, Física de Partículas e Física Nuclear.

O fato precursor da MQ se deu em 1900 quando Max Planck propôs uma solução para o problema do corpo negro. Mais tarde, em 1905, Einstein utilizaria esta ideia sobre a quantização da luz como pacotes de energia, *fótons*, para entender o fenômeno fotoelétrico. Podemos dividir em dois momentos a história da MQ quanto ao seu desenvolvimento, segundo Alain Aspect descreve no prefácio do livro de John S. Bell (BELL, 2004). A *Primeira Revolução Quântica* explicou o comportamento dos átomos, a interação da radiação com a matéria, a absorção energética dos átomos e moléculas, a estabilidade da matéria, as cargas a radiação e a famosa dualidade onda-partícula.

A *Segunda Revolução Quântica* veio através do laser e do transistor, caracterizando uma revolução tecnológica. O primeiro, desenvolvido no início dos anos 50, é empregado no nosso dia-a-dia como: leitor de código de barras, leitores de CD, ferramentas cirúrgicas, menos visível, porém talvez mais importante, é o uso do laser na telecomunicação, onde a velocidade de transmissão de dados superou por diversas ordens de grandeza os meios convencionais, além de serem transmitidos por um único cabo de fibra óptica. O segundo, desenvolvido na década de 60, é encontrado em qualquer sistema eletrônico entre outras ferramentas do cotidiano. O desenvolvimento tecnológico da MQ, em suma, pouco dependeu de suas implicações filosóficas, talvez por isso não foi mais discutido, restringindo-se apenas a grupos de físicos e filósofos interessados.

Por outro lado, temos contribuições inestimáveis oriundas das discussões entre Bohr e Einstein. No 5º Congresso de Física do Instituto de Solvay teve início uma série de

debates sobre a MQ, e os dois físicos puderam expor suas ideias de acordo com suas convicções a respeito da MQ. Einstein buscava mostrar que a Mecânica Quântica era incompleta, seu primeiro questionamento foi sobre o experimento da dupla fenda (a respeito do comportamento dos elétrons), que Bohr, utilizando o princípio da incerteza (posição e *momentum*), rebateu usando um experimento mental. Três anos após, em 1930, no 6º congresso, Einstein propôs um novo desafio (envolvendo o princípio de incerteza para energia e tempo), e Bohr, novamente, conseguiu uma resposta, desta vez utilizando a própria teoria da relatividade geral formulada por Einstein.

A essa altura, a atitude de Einstein, desafiadora da interpretação ortodoxa da teoria quântica, já era vista pela maioria dos físicos como uma limitação, um preconceito de um físico de mentalidade antiquada. O debate parecia encerrado, porém, em 1935, Einstein lançaria seu desafio final na tentativa derradeira e definitiva de contrapor a MQ. Juntamente com Podolsky e Rosen, Einstein publicou um artigo (EINSTEIN; PODOLSKY; ROSEN, 1935), o famoso paradoxo EPR, que colocou em xeque a Interpretação de Copenhague de Bohr. A princípio, o paradoxo não teve uma resposta definitiva, somente anos mais tarde foi que o físico John Bell elaborando um teorema envolvendo desigualdades foi capaz de apontar para a solução do EPR. Contudo, em 1982, Alain Aspect e seus colaboradores, conseguiram através de um experimento responder definitivamente o paradoxo.

A Física Quântica nos apresentou fenômenos inusitados que não tinham espaço na Física Clássica, dentre eles estão; *emaranhamento quântico*, *colapso do pacote de onda*, *dualidade onda-partícula* e *salto quântico* para citar alguns. A MQ se tornou mais popular nas últimas décadas, um motivo é que alguns destes conceitos foram empregados para justificar terapias não convencionais. Dentre essas terapias que mencionam a MQ citamos duas em especial que vamos explorar neste trabalho; Homeopatia e Cura Quântica.

Baseando-se no princípio dos semelhantes, em 1796 o médico alemão Samuel Hahnemann criou a Homeopatia (tratamento através de substâncias que causam sintomas “semelhantes” aos da doença), apoiando-se na observação experimental de que toda substância capaz de provocar determinados sintomas numa pessoa sadia pode curar estes mesmos sintomas numa pessoa doente. A Homeopatia é um sistema com metodologia de pesquisa própria, apoiada em dados da experimentação farmacológica dos medicamentos em indivíduos humanos (sadios), reproduzidos ao longo dos séculos, como sugere o Dr. Marcus Zulian Teixeira no seu artigo “Esclarecendo a Homeopatia” (TEIXEIRA, Acesso em: 31 de Outubro de 2012).

Ele ainda afirma que o médico homeopata tem como finalidade encontrar um medi-

camento que foi capaz de causar nos indivíduos sadios sintomas semelhantes (“homeo”) aos que se desejam combater nos indivíduos doentes, estimulando o organismo a reagir contra a sua enfermidade. As ultradiluições das substâncias (medicamento dinamizado) são utilizadas com o intuito de diminuir o poder patogénico das mesmas, evitando uma possível agravação dos sintomas quando se administram doses fortes de uma substância que causa sintomas semelhantes aos do paciente, de forma análoga às doses infinitesimais da imunoterapia clássica.

Na Homeopatia um dos termos aplicados da MQ é o emaranhamento, nela este conceito teórico ganha um incremento, *emaranhamento médico-remédio-paciente* (MILGRON, 2002) formulado por Milgron que se baseia na Teoria Quântica Fraca para explicar o funcionamento do remédio homeopático. Os homeopatas afirmam ser a maneira de produzir o fato determinante para validar o remédio. Trata-se da dinamização, responsável pela formação de *clusters* de efeitos quânticos ou termodinâmicos. Contudo, a Homeopatia primeiro carece de uma explicação satisfatória, calcada em conhecimento científico, para expor os meios pelos quais sua capacidade é comprovada na ausência da substância formadora após inúmeras diluições do princípio ativo utilizado na confecção do remédio.

A Cura Quântica (CQ) é outro tipo de terapia alternativa que desperta interesse em muitas pessoas. Esta terapia se baseia-se em alguns conceitos físicos, um deles é o colapso do pacote de onda, mas nesse caso está relacionado com as possibilidades determinadas pela consciência do experimentador, seja através da cura facilitada por um ajudador ou autocura, dependendo do paciente. Tem no Dr. Deepak Chopra seu principal representante, essa terapia incorpora vários elementos da Ayurveda (medicina indiana).

Através da CQ seria possível acessar níveis “multidimensionais”, em especial o nível quântico, restaurando a “harmonia” quântica que compõe nosso organismo, portanto, curando as enfermidades. Segundo Chopra a Cura Quântica afasta-se dos métodos da alta tecnologia e penetra nos meandros mais profundos do sistema mente-corpo. É nesse núcleo que ela se inicia. Para atingi-la e aprender a provocar a resposta de “cura” é necessário atravessar todos os níveis mais densos do corpo: células, tecidos, órgãos e sistemas; atingir, então, o ponto de união entre a mente e a matéria, o ponto em que a consciência realmente começa a causar um efeito (CHOPRA, 1989).

A MQ é uma teoria que possui diferentes interpretações e essas interpretações possuem implicações filosóficas. A teoria coloca em xeque conceitos intuitivos, como a independência do sujeito e objeto, localidade e o realismo. As terapias alternativas também colocam em xeque esses mesmos conceitos intuitivos. Muitos dos proponentes dessas

terapias acreditam que a MQ poderia fornecer uma base teórica que lhes permita justificar cientificamente suas alegações. Portanto, neste trabalho tentaremos responder essa questão fazendo um breve resumo histórico, desde a parte filosófica da ciência apresentando os fenômenos físicos relevantes ao tema até as discussões posteriores sobre as terapias alternativas.

2 Objetivos

- Apresentar de forma sucinta e não técnica os fundamentos da MQ para o profissionais que atuem em áreas biomédicas e o público em geral;
- Apresentar as bases conceituais da “Cura Quântica” e da Homeopatia;
- Discutir criticamente a relação destas terapias alternativas com a formulação atual da MQ.

3 *Mundo Quântico*

3.1 Histórico

“Não sei o que possa parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me com o fato de encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente por descobrir à minha frente”. Isaac Newton

Já no fim do século XIX a Física experimentou um avanço decorrente dos problemas que ainda restavam, pois o conhecimento gerado até então era limitado e incapaz de solucioná-los, esses desafios desencadearam o que resultou num salto nas ciências e também no modo de enxergar o mundo. Mas a Física desenvolvida desde o período clássico trouxe grande progressão tecnológica e social como, por exemplo, máquinas a vapor e energia elétrica, principais responsáveis pela Revolução Industrial. Maxwell, físico do século XIX, elucidou os fenômenos eletromagnéticos e o comportamento da luz, a Mecânica Newtoniana ao que parecia também estava completa e se aplicava perfeitamente a nossa realidade bem como para corpos celestes, restando apenas problemas envolvendo grandes velocidades como a da luz. Porém resmanescia ainda algo que incomodava muito os físicos da época, o comportamento físico do *corpo negro*. O sentimento dos físicos no período foi sintetizado por Lord Kelvin:

“A Física nos forneceu uma descrição coerente e a priori completa sobre o universo, no entanto, ainda restam alguns pontos obscuros [alguns detalhes intrigantes como se fossem], duas nuvenzinhas escuras” (THOMPSON, 1910).

A história da Física enveredou para um novo curso em 1900 quando Max Planck propôs a solução ao problema do corpo negro. Os físicos tentavam modelar a forma que o corpo negro emitia energia, no entanto, sem sucesso. Foi então que Planck quantizando

a energia resolveu a questão até então insolúvel, afirmou que o espectro da radiação não era emitido de maneira contínua. Nossa compreensão de mundo nos imputa pensar na continuidade, um pequeno exemplo, para passarmos do ponto A para o ponto B temos que percorrer todo o interstício e não simplesmente deixar de existir no ponto A e surgir no ponto B, o fato de quantizar a energia nega sua continuidade. Ele constatou que a frequência (ν) guardava relação com a energia (E) por uma constante (h) que recebeu seu nome, como segue abaixo:

$$E = h\nu \quad (3.1)$$

Cinco anos mais tarde, Einstein de posse da ideia de Planck nomearia a quantização de pacotes de energia, ou *fótons*, para interpretar o fenômeno fotoelétrico, rendendo-lhe o prêmio Nobel. O fenômeno correlaciona a energia de radiação incidente com a energia que elétrons são ejetados de uma superfície (de preferência metálica). Ao contrário do que podemos imaginar, quanto mais intensa é a luz que chega sobre uma superfície, contendo elétrons em abundância, mais pacotes haverá nela, e cada pacote está relacionado a um elétron juntamente com sua energia de ejeção, o que fará com que o elétron saia com mais energia, ou seja, será proporcional a frequência da radiação e não com a intensidade do feixe como poderíamos imaginar. Evidentemente, os elétrons que estão orbitando no átomo possuem uma energia (ϕ) que os prende no nível em que se encontram, portanto, a energia de escape do elétron (E_{cmax}), ou energia cinética máxima, é a diferença da energia incidente (3.1) com a energia de ligação do elétron. Seria como tratar a luz em forma de grânulos os quais se chocariam com os elétrons expelindo-os, assim como bolas de bilhar. Esse fenômeno de grande importância é largamente aplicado em locais onde se deseja captar radiação como em salas de medicina nuclear em diagnóstico que utiliza radiação de núclídeos.

$$E_{\text{cmax}} = h\nu - \phi \quad (3.2)$$

A princípio a Física Quântica trouxe vários questionamentos no campo da filosofia, e juntamente, resultou numa série de avanços tecnológicos que geraram grande conforto e rapidez dos quais não se imagina viver sem nos dias atuais. As aplicações são as mais diversas, com o entendimento das propriedades da matéria (elétrica, mecânica, óptica etc) e seu comportamento, pudemos tirar disso tudo um imenso proveito. O transistor foi inventado em 1948, por um grupo de físicos na área de pesquisa do *Estado Sólido da Matéria*

após um estudo fundamental e profundo sobre a natureza quântica da condução elétrica. Esta invenção e seu descendente microcircuito integrado causou um impacto monumental, trazendo mudanças no cotidiano e instaurando uma nova era, a Era da Informação (BELL, 2004).

Simultaneamente aos avanços tecnológicos houve uma grande discussão no campo filosófico devido às consequências da Mecânica Quântica. Dos físicos que aparecem no centro das discussões e responsáveis por formular os pilares da MQ aparecem, Niels Bohr, Werner Heisenberg e Erwin Schrödinger. Muitas interpretações foram formadas sobre a MQ, a que se tornou mais conhecida foi a interpretação de *Copenhagen* cujo mentor foi Bohr. Em contrapartida, Einstein aparece como principal opositor sobre o caráter probabilístico da MQ, esta questão leva em consideração a maneira como o célebre físico pensava. Em sua essência Albert Einstein era um determinista e tal posição ia de encontro com o pensamento corrente da MQ, onde fenômenos carregam incertezas e padrões estocásticos. Schrödinger criou uma fórmula para descrever os eventos quânticos.

Desse modo formaram-se dois grupos distintos, um guiado pelas visões Realista e Materialista e outro por visões opostas incluindo o probabilismo, representados por Albert Einstein e Niels Bohr, respectivamente. Evidentemente, ao passo que ia sendo descoberto novas evidências a favor da MQ uma mescla dessas visões surgiram. Houve trocas de cartas e alguns encontros envolvendo debates entre Bohr e Einstein sobre a Física Moderna e seus desdobramentos, resultando em vários artigos e livros a respeito, um deles é bem conhecido, o Paradoxo EPR (EINSTEIN; PODOLSKY; ROSEN, 1935) que abordaremos adiante.

3.2 Discussões Filosóficas

“Chega uma hora em que a mente alcança um plano mais alto de conhecimento mas nunca consegue demonstrar como chegou lá”. Albert Einstein

É interessante observar, quando olhamos a história da cultura ocidental, que os conhecimentos (matemáticos, físicos, químicos, mesmo sem receberem essa intitulação na época) acrescentado por grandes personagens estavam, em geral, atrelados a uma profunda discussão filosófica. Não obstante, quando a evolução do conhecimento foi retomada de maneira aberta no período Clássico, grandes físicos e filósofos surgiram e deram grandes contribuições. Portanto a construção do conhecimento se faz ao longo da história e carrega consigo uma bagagem filosófica importante que servirá para esclarecer os diversos

ramos existentes das aplicações desse conhecimento, seja nas áreas das humanas, exatas ou biológicas.

Se queremos entender por que a MQ se tornou alvo de grandes questionamentos precisamos rever o contexto filosófico que a Física se encontrava na período do seu surgimento. O Materialismo por séculos orientava o pensamento dos físicos e filósofos, refere-se a ideia de que tudo é composto de átomos, que são compostos por partículas subatômicas, que por sua vez são compostas por partículas constituintes das subatômicas, até onde nossa capacidade de detectá-las chega. Esta visão de mundo é chamada de Realismo porque sua existência e comportamento independem do sujeito (ou de quem realiza a observação).

As ideias do Realismo ficam ainda mais amarradas quando citamos René Descartes, matemático e filósofo do século XVII, que afirmou ser o Universo uma máquina (GOSWAMI, 1993); os eventos são efeito de outros eventos antecedentes e causa de outros sucessores, chamado de Determinismo. Sendo assim, no mundo em que vivemos, segundo a visão determinista, os eventos são perfeitamente previsíveis. De fato, os eventos astronômicos são bem previsíveis, a maior parte da nossa realidade é cíclica, como o dia, as fases da lua, o solstício inclusive os ciclos biológicos dentre centenas de outros eventos. Sendo assim, compreendemos a ideia cartesiana, esses eventos precedem e sucedem ao mesmo tempo, também a Física Newtoniana embasava esta afirmação e as leis físicas descreviam o universo independentemente de nós.

Logo, o Materialismo era responsável por grande parte do desenvolvimento da Física, e era tido como verdade absoluta para as pesquisas. Descartes, mais adiante, formulou uma versão modificada do mundo, como um relógio perfeitamente engrenado com cada peça devidamente encaixada executando perfeitamente seu papel, e separou o mundo numa esfera objetiva de matéria (ou nossa ciência), e outra subjetiva, da mente (incluindo os conceitos de fé) (D'ESPAGNAT, 2002). Foi assim que o filósofo conseguiu separar a ciência da religião, em plena dominação Católica. Com a ideia de objetividade emprestada de Aristóteles, Descartes declarou que os objetos materiais são independentes de nossa mente, hoje essas ideias são reconhecidas como *Objetividade Forte* (GOSWAMI, 1993).

Para completar o rol de ideias contribuintes para o entendimento da Objetividade Forte, e explorar um dos problemas que inquietavam os físicos do final do século XIX, Einstein apresentou ao mundo a *Teoria da Relatividade*, como complemento necessário à Física Newtoniana. Aplicamos a Relatividade também a corpos que viajam próximo da velocidade da luz. A implicação dessa teoria é; *nada viaja mais rápido do que a velocidade da luz*, ou seja, ela seria a velocidade limite do Universo (D'ESPAGNAT, 2002). Significa

dizer que vivemos num mundo *Local*, onde qualquer objeto, ou mesmo uma informação, se propaga com velocidade igual ou inferior à velocidade da luz. Portanto, toda a *Influência* (entenda como qualquer troca de informação entre matéria) imersas no espaço-tempo devem propagar passo a passo.

3.3 Exclusividades da Mecânica Quântica

“Qualquer pessoa que realmente estudou a Mecânica Quântica (MQ) e não ficou espantado com seus resultados e as implicações é porque na verdade não a entendeu”. Niels Bohr

A Mecânica Quântica, como vimos, trabalha com probabilidades, essas são encontradas matematicamente pela equação de Schrödinger, cuja inspiração veio através dos estudos de Louis de Broglie sobre o comportamento ondulatório de partículas (oposto a ideia de Einstein)(SCHMIDT, 2009). Uma pequena ilustração para interpretar a equação; pensemos na possibilidade de encontrar uma pessoa que saiu andando por uma certa avenida na direção x , imaginemos uma avenida suficientemente comprida de ponta a ponta a se perder no horizonte. Como sabemos mais ou menos a hora e para que lado ela partiu, naturalmente que começamos a minimizar as possibilidades de onde ela se encontra e aumentamos a probabilidade de achá-la num determinado trecho.

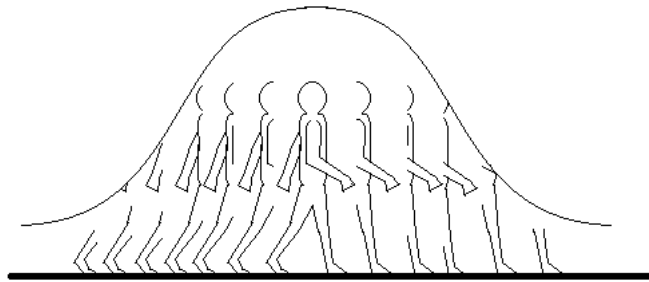


Figura 1: Exemplo de Densidade de Probabilidade.

Se calculássemos a equação de Schrödinger para esse caso veríamos surgir um padrão de onda ao redor da posição exata onde ela está. Essa onda pode ser interpretada como a densidade da probabilidade (uma vez que a quântica incorpora números imaginários, sua definição torna-se tarefa difícil), quanto mais próximo da pessoa maior a densidade da onda (mais perto da crista) e, portanto, maior a chance de encontrá-la, do contrário, quanto mais distante menor a densidade de probabilidade, menor a chance de encontrá-la. A função de onda é representada por ψ , na fórmula está em módulo e elevado a potência

dois para se obter um número real, como estamos integrando em $[-\infty, \infty]$ sua probabilidade é igual a 1 devido a normalização, ou seja, necessariamente devemos encontrar o objeto de pesquisa em algum ponto nessa reta infinita.

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = 1 \quad (3.3)$$

A equação de Schrödinger revela o comportamento dúbio de elementos quânticos, ou a dualidade onda-partícula, que Bohr chamou de *complementaridade*, porque descrevem dois aspectos do mesmo fenómeno. Depois que Einstein obteve êxito em relação ao comportamento da luz como partícula, de Broglie através de um artifício matemático relativamente simples fez o caminho contrário, afirmando que partículas quânticas podem assumir comportamento ondulatório. Então, se tomamos o mesmo experimento da dupla fenda usado na Física Óptica mas ao invés de incidir luz bombardearmos sequencialmente elétrons teremos alguns resultados interessantes. Se num primeiro momento enviamos elétrons em uma única fenda ele terá comportamento de uma partícula, contudo, se posicionamos à frente do canhão, que emite elétrons, duas fendas, então obteremos um padrão de interferência tal qual o comportamento de onda. No entanto, podemos atirar elétrons com menor frequência de disparo na direção da fenda dupla que ainda o comportamento de onda se manterá. Mas como isso é possível? Será que o elétron se divide e interfere com ele mesmo, assim como a luz que se autointerfere? Contudo, se colocamos um detector de elétrons em uma das fendas, no final do experimento obtemos novamente o padrão de partícula.

Dizer simplesmente que “uma coisa (sem partes) é (ao mesmo tempo) partícula e onda” é uma contradição lógica. Pois isso implicaria que essa coisa é indivisível e divisível (contínua), que ela segue uma trajetória e não segue (é espalhada). Não podemos admitir uma contradição nos fundamentos de uma teoria física (apesar de este ponto ser passível de discussão (JR, 2005a)).

Não obstante, a MQ mostrou aos físicos esta característica ilógica do ponto de vista da Mecânica Clássica, sem precedentes na história da Física, cunhado por Heisenberg como *Princípio da Incerteza*. Este termo nos diz que não podemos dizer com precisão a velocidade (o termo mais adequado seria *momentum*, p) e posição (x) ao mesmo tempo de um partícula. Em outras palavras, se dissermos que sabemos a posição, por exemplo, de um elétron na órbita do núcleo atômico, não poderemos dizer nada sobre seu *momentum*, e vice e versa, ou seja, quanto mais temos a certeza de um dos termos mais incerteza

teremos do outro, de onde vem o nome. Na linguagem matemática dizemos que eles não se comutam e sua incerteza é proporcional à constante de Planck (\hbar , ou $h/2\pi$), como segue.

$$\delta x \cdot \delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \quad (3.4)$$

Resumindo o experimento dos elétrons nas fendas: não podemos obter ao mesmo tempo dois comportamentos do elétron. Se quisermos observar um determinado comportamento devemos, então, arranjar o experimento de tal forma que possibilite o resultado desejado, pois quando vamos num sentido do comportamento obrigatoriamente estamos indo em oposição ao outro. Nesse experimento levamos em consideração a interferência que o observador tem no resultado final. No entanto, se o experimentador interfere no resultado do experimento logo a realidade que o experimento está imerso não está alheio ao experimentador e colocamos em xeque a visão Realista.

Outro fenômeno encontrado na MQ é o *Tunelamento*, que servirá para compreender algumas possíveis aplicações na Biologia. O termo faz menção à capacidade de uma partícula, possuindo energia limitada (tanto potencial quanto cinética), atravessar uma barreira cuja a energia potencial é superior à energia total da partícula. O mesmo caso na Mecânica Clássica seria impossível, não obstante, na prática no nível quântico é perfeitamente possível e observável.

Todas essas exclusividades da MQ trouxeram grande inquietação, o ser humano se deparou com algo surpreendentemente revolucionário, e a partir desse ponto começam a surgir diversas teorias para explicar o surgimento da vida, a formação do Universo a busca pela compreensão do ser humano e sua constituição. E umas das maiores contribuições que podemos citar na evolução e chegarmos a tantos benefícios da MQ foi paradoxo EPR.

3.4 Paradoxo EPR

“Que bom que nós nos encontramos com um paradoxo. Agora, temos alguma esperança de progredir”. Niels Bohr

O paradoxo EPR mostrou-se contra o Realismo, pelo menos contra o Realismo Materialista, o experimento realizado por Alain Aspect em 1982 corroborou para isso. Com a ajuda de dois colaboradores, Boris Podolsky e Nathan Rosen (o “P” e o “R” do EPR), Einstein construiu uma hipótese que aparentemente desmentiria a Mecânica Quântica.

Na Teoria da Relatividade, como vimos anteriormente, nenhuma *Influência* pode viajar mais rápido que a velocidade da luz, de onde provém o termo que ficou conhecido por *Princípio da Localidade*. Foi este Princípio juntamente com as ideias da Objetividade Forte que nortearam o pensamento dos físicos mais conservadores relutantes na aceitação de algumas implicações da MQ. Os realistas afirmavam que as previsões da nova teoria estava incompleta, devido ao caráter probabilístico.

Na década de 1930, Einstein ajudou a criar um paradoxo, hoje famoso e conhecido como paradoxo EPR, com o intuito de provar o caráter incompleto da Mecânica Quântica e reforçar o apoio ao realismo (D'ESPAGNAT, 2002).

Dadas as inclinações filosóficas de Einstein, o EPR poderia soar como “Einstein pela Preservação do Realismo” (GOSWAMI, 1993).

No nível atômico a situação é bem diferente, os elétrons saltam descontinuamente em posições bem definidas e além disso também mantêm fortes relações entre si inclusive a distâncias consideravelmente grandes, originando essencialmente o fenômeno de correlação. Por exemplo, suponha que cada vez que o telefone toca em uma casa também toca na casa do seu vizinho simultaneamente. Se observássemos tal fenômeno certamente deveríamos tentar descobrir qual é a sua causa. E (o que é significativo para o que se segue) não recorreríamos a essa análise apenas a vontade pragmática de resolver tal problema, talvez confiaríamos na indução. Poderíamos dizer que algo que já aconteceu muitas vezes é provável que aconteça de novo. Mas não queremos nos contentar simplesmente com isso. Não podemos considerar que tal “regra de observação previsão” constitui, por si só, a explicação. Quando confrontados com algum fenômeno de recorrência de constante correlação a mente humana *a priori* anseia que suas causas reais sejam encontradas. É claro que não assumimos que, necessariamente, um dos fenômenos observados é a causa do outro. Porém, na maioria dos tipos de fenômenos de correlação à distância isto, obviamente, não é o que acontece (D'ESPAGNAT, 2002).

Imaginemos agora outra situação, dois elétrons interagem de tal maneira que passam a ter um comportamento de forte correlação e, por serem partículas e possuem cargas elétricas iguais não seremos capazes de distinguir uma da outra. Temos um parâmetro importante que podemos explorar. Os elétrons possuem um *momentum* magnético, que é verificado no aparato Stern-Gerlach, este *momentum* magnético é interpretado pela maior parte dos físicos como um momento angular intrínseco chamado de *spin* (giro em

torno do próprio eixo) o qual tem um valor bem definido (por exemplo, spin $1/2$ ou $-1/2$) dependendo da orientação do movimento e a composição atômica.

Quando eles estão fortemente correlacionados os estados acessíveis deles são restritos, ou seja, eles se tornam complementares entre si, se um estiver num autoestado $1/2$ ou outro obrigatoriamente deverá estar no autoestado $-1/2$. Se recordarmos do paradoxo, quando as partículas estão suficientemente distantes entre si, se alterarmos o estado de um dos elétrons por meio de um campo magnético externo forçando o colapso do pacote de onda a assumir um autoestado, teríamos então uma possível sobreposição de estados, que é proibido segundo as previsões quânticas.

EPR diz que as partículas sempre possuíram os estados atuais, elas apenas foram separadas sem o conhecimento prévio dos autoestados, a MQ nos diz que temos uma sobreposição de estados até que se faça a medida, quer dizer, elas tem potencial para assumir qualquer autoestado. Isso quer dizer que para as previsões quânticas se manterem corretas uma influência partirá do primeiro elétron (medido), ao outro instantaneamente de tal maneira que assim que houver uma variação do autoestado de um automaticamente haverá no outro complementar, mantendo assim a coerência quântica. Contudo, se elas estiverem separadas a uma certa distância, por exemplo, uma na Terra e outra na Lua, até a influência chegar no outro elétron, respeitando a velocidade da luz, poderíamos ter uma incoerência quântica e haveria um conflito na teoria.

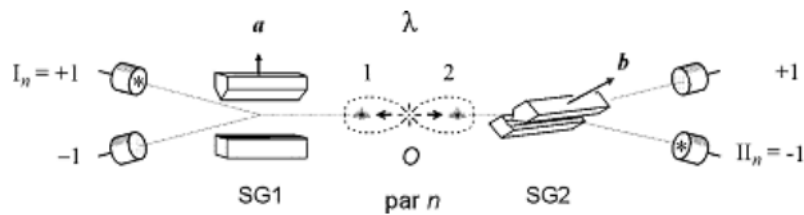


Figura 2: Aparato Stern-Gerlach provando a Forte Correlação de elétrons.

Sendo assim, ou a Mecânica Quântica está correta ou a Relatividade, elas não podem coexistir especificamente nessa situação física. Para a MQ estar correta ao mesmo tempo que a Relatividade deveria então os dois elétrons serem parte integrante de algo único, e essa manifestação faria sentido se chamássemos de *Princípio da Não-Separabilidade*, que quer dizer, duas partículas altamente correlacionadas não se separam, independente da distância.

Temos então as seguintes situações;

- *Correlação Perfeita*: se os spins das partículas são medidos ao longo de uma direção o resultado das medidas serão opostos;
- *Localidade*: se no instante da medida os sistemas não mais interagem, não podem ocorrer mudanças em um dos sistemas em virtude da medida realizada no outro;
- *Realidade*: se for possível prever com certeza o valor de uma grandeza física, sem perturbar o sistema, então existe um elemento de realidade física que corresponde a esta quantidade física;
- *Completeza*: todo elemento de realidade física deve ter uma contrapartida na teoria que descreve o fenômeno.

Utilizando as quatro proposições, totalmente plausíveis, e em concordância com a lógica clássica, o argumento apresentado por EPR procede da seguinte maneira: devido a primeira proposição, podemos prever com certeza o resultado de medir qualquer componente do spin do segundo, escolhendo previamente a mesma componente de spin do primeiro elétron. Devido a segunda proposição, a medida efetuada no primeiro não pode provocar mudanças no segundo. Devido a terceira proposição, a componente do spin escolhida para o segundo é um elemento de realidade física, o que é válido para qualquer direção escolhida, onde todos as componentes de spin são elementos de realidade física (JR, 2006).

Como provar se Bohr estava ou não certo? As condições tecnológicas na década de 40 não eram favoráveis a um experimento que pudesse comprovar tais Princípios. Esta resposta só pode ser respondida através do experimento em que Aspect e seus colaboradores realizaram no início da década de 80. Só que ao invés de elétrons Aspect usou laser.

Os lasers também são exemplo de Forte Correlação (D'ESPAGNAT, 2002), são formados a partir do decaimento de um elétron, quando estes passam de um subnível atômico mais energético para um outro menos energético liberando um fóton. Eles tem por característica serem: colimados (pouquíssima divergência da luz), possuem a mesma frequência (por exemplo, cor) e a coerência (todos eles estão em fase, relacionado com maiores intensidades). Alain Aspect usou o tipo *singlet* (dois estados acessíveis, como no caso dos spins eletrônicos) de correlação entre dois fótons para confirmar que há uma influência, entretanto sem sinal, que opera entre duas entidades quânticas correlacionadas. O físico confirmou que a medição de um único fóton afeta seu parceiro correlacionado por *polarização*, sem qualquer troca de sinais locais entre eles (GOSWAMI, 1993).

Imaginemos a seguinte situação: uma fonte de átomos emite pares de fótons e os dois movem-se em direções opostas, cada par de fóton é correlacionado por polarização, seus eixos de polarização situam-se ao longo da mesma linha. Dessa maneira, se vemos um fóton através de óculos de sol com lentes polarizadas (Polaroid), com eixo de polarização vertical (a maneira como são usados normalmente), uma pessoa à distância, no lado oposto dos átomos que emitem a luz, verá o fóton correlacionado apenas se estiver também usando óculos polarizado com eixo vertical. Se ela inclinar a cabeça, de modo que o eixo de polarização de seus óculos torne-se horizontal, ela não poderá ver seu fóton. Trata-se do colapso do pacote de onda, e nesse caso a manifestação do colapso se dá pela primeira polarização devido à posição da lente, ou do eixo de polarização. Imediatamente todos os fótons a partir daquele momento terão o mesmo eixo de polarização, independente da direção que o fóton está sendo emitido.

Os feixes de fótons por si só, obviamente, não são polarizados, manifestam-se em todas as direções possíveis. Não há polarização especial, a menos que os observemos com óculos polarizado. É igualmente provável que cada fóton constitui uma superposição coerente de polarizações “ao longo de” e “perpendicular” no que se refere a qualquer direção. Nossa observação é que produz o colapso de um fóton com polarização definida, tanto ao longo do eixo quanto perpendicularmente. Em uma longa série de colapsos, haverá tantos colapsos com a denominada polarização ao longo do eixo quantos haverá com a polarização perpendicular, então este é um colapso Não Local.

Se acreditamos realmente no Realismo Materialista há algo de estranho nessa construção teórica quântica de eventos, porque alguma coisa que fazemos com um fóton afeta simultaneamente seu parceiro distante. Qualquer que seja a direção em que você muda os óculos para ver um fóton, o parceiro correlacionado desse fóton sempre adota uma polarização ao longo do mesmo eixo, pouco importando onde está e a qual distância. De que modo o fóton sabe para onde orientar-se, a menos que, de alguma maneira, esteja recebendo informações do par correlato? E como pode receber essa influência instantaneamente, desafiando o limite da velocidade da luz imposto aos sinais?

“É muito irritante que a teoria (quântica) permita a um sistema ser dirigido, ou pilotado, para um ou outro tipo de estado, à mercê do experimentador, apesar de ele não ter acesso ao mesmo”. Escreveu Erwin Schrödinger em 1935 (GOSWAMI, 1993).

Nos últimos 50 anos, realistas materialistas preocuparam-se com a implicação, para a filosofia que adotam, dessas fortes correlações entre entidades quânticas. Até bem

pouco tempo, eles podiam ainda argumentar que um sinal local entre os fótons, para nós desconhecido, mediava a influência, que, por isso, obedecia rigorosamente ao Realismo. Alain Aspect e seus colaboradores, porém, provaram em um experimento revolucionário que a influência era instantânea, ocorrendo sem intermediação de qualquer sinal local.

Ele usou fótons de polarização correlacionada que emergiam em direções opostas, a partir de uma fonte de átomos de cálcio. Um detector foi colocado na trilha de cada feixe de fótons. O aspecto crucial do experimento, e que gerou uma conclusão irrefutável, foi a inclusão de um interruptor que mudava a direção da polarização de um dos detectores a cada 10 bilionésimos de segundo, tempo mais curto que o tempo de viagem da luz, ou de qualquer outro sinal local, entre as duas localizações de detectores daquele experimento. Ainda assim, a mudança da direção de polarização do detector dotado de interruptor mudava o resultado da medição na outra localização, exatamente como a Mecânica Quântica previa acontecer (D'ESPAGNAT, 2002).

Mas de que maneira a informação sobre a mudança na direção do detector passava de um fóton para seu parceiro correlacionado? Certamente, não através de sinais locais, não havia tempo suficiente para isso acontecer. Surge nesse momento um termo que hoje é muito utilizado, e muitas vezes aplicado fora do contexto de forma equivocada por simpatizantes da Física Quântica, chamado de *Emaranhamento*, termo criado por Schrödinger (BELL, 2004).

Uma das maneiras de solucionar o paradoxo EPR consiste em postular a existência novamente do falido éter por trás do cenário espaço-tempo, onde haveria sinais mais rápidos do que a luz (superluminosos). O éter seria o local onde todas as coisas estão imersas, seria absolutamente desprovido de densidade, só assim seria possível o deslocamento da velocidade da luz, de uma influência a qualquer ponto do espaço, mas ele cai por terra porque não faria sentido manter uma teoria que faz menção de algo não detectável e que a princípio nada dependeria dele. Esta solução, no entanto, implicaria renunciar também a Localidade e o Materialismo, e por isso é inaceitável para a maioria dos físicos já desde o século XIX. Além de tudo, os sinais superluminosos tornariam possível viagens no tempo ao passado (GOSWAMI, 1993).

Como explicar esse fato? A pergunta que persiste: O mistério da Não-Localidade estaria na consciência do observador? Realistas materialistas admitem, com muita relutância, que objetos quânticos mantêm correlações não-locais e que se estudarmos a fundo o cenário do colapso quântico, este terá necessariamente de incorporar a natureza não-local.

De acordo com a interpretação idealista do experimento de Aspect, o fato de observar que é produz o colapso da função de onda de um dos dois fótons correlacionados no experimento, obrigando-o a assumir uma certa polarização. A função de onda do fóton correlacionado entra também imediatamente em colapso, rompendo assim causa e efeito em termos do envio de influência superluminal. Só uma consciência poderia produzir instantaneamente o colapso à distância da função de onda de um fóton e teria que ser em si não-local, ou transcendente. Portanto, o idealista postula que a não-localidade é um aspecto essencial do colapso da função de onda do sistema correlacionado e, por conseguinte, uma característica da consciência (GOSWAMI, 1993).

Já o palpite do Einstein sobre a incompletude da Mecânica Quântica, que era a hipótese do paradoxo EPR, gerou resultados espantosos e inesperados. A intuição de um gênio é frequentemente promissora e de maneiras surpreendentes (D'ESPAGNAT, 2002).

Mas o paradoxo só pode ser respondido e provado por Aspect graças ao fundamental teorema de Bell. É por meio dele que teremos maiores condições de compreender não somente a história da MQ mas também dar ciência para comprovar se suas implicações realmente dão base para as terapias alternativas, segundo seus proponentes, para validar suas ações.

3.5 Teorema de Bell

“A tarefa é, não tanto para ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém ainda pensou, sobre o que todo mundo vê”. Erwin Schrödinger

Se quisermos entender melhor o motivo pelo qual o experimento de Aspect com os fótons foi idealizado devemos recorrer ao Teorema de Bell. John Bell, autor desse teorema, era físico quântico e estava interessado em propor uma solução que ia de encontro à Teoria das Variáveis Ocultas (TVO) locais, tipo de teoria que inclui termos que visam descaracterizar a maneira probabilística da MQ, elaborada, em sua versão final, pelo discípulo determinista de Einstein, David Bohm. Bell propôs ao mundo um teorema que usa uma inequação, onde previsões apontam para uma única saída; concordamos com a TVO locais e a desigualdade prevalece ou concordamos com a teoria quântica e os resultados aparecem na forma de desigualdade violada.

Como já dissemos anteriormente os experimentos são provas incontestáveis e dão suporte para uma determinada teoria, desse modo, teorias estão suscetíveis a experimentos que podem contradizê-las. Nesses termos a TVO era provada pelo teorema de Bell. Do

exemplo dos óculos com lentes polarizadas, o qual produzia o colapso do pacote de onda a distância, impedindo um segundo observador de visualizar a luz, temos um elemento experimental que podemos introduzir. Citamos posições de polarização bem específicas, vertical e horizontal, contudo, ainda temos posições intermediárias a elas que são formadas por ângulos entre 0 a 90 graus. Os detectores mencionados captam valores que são comparados posteriormente, as seguintes possíveis combinações são: (+ +), (− −), (+ −) e (− +), referentes aos possíveis valores (-1 e +1) dos fótons. Nos detectores polarizadores obteremos respostas do tipo 1 ou 0, referentes a captação do fóton. Ao passo que quando posicionamos o polarizador em ângulos intermediários poderemos ter qualquer umas das combinações, não esquecendo dos possíveis valores contraditórios devido a demora da informação que chega ao outro fóton correlacionado, segundo EPR.

Então, em 1982, após uma quantidade suficientemente razoável de dados coletados, Aspect obteve um valor devido ao somatório dos resultados que deveria estar num intervalo [-2, 2]. Sendo assim, resumidamente, a previsão dos cálculos da Mecânica Quântica eram de $S_{QM} = 0,112$ e os resultados experimentais foram de $S_{\text{expt}} = 0,101 \pm 0,020$, corroborando às previsões quânticas definitivamente (ASPECT; DALIBARD; ROGER, 1982).

Enfim, com o teorema de Bell cientificamente comprovado temos por necessidade abandonar a visão de mundo Realista Materialista Local. De fato, de alguma maneira os fótons entram em colapso instantaneamente, existe uma correlação à distância que podemos interpretar como *Não-Separabilidade*, e de fato também, o experimentador interfere diretamente no colapso do pacote de onda.

Esse resultado experimental trouxe à comunidade científica grande espanto, houve uma ruptura do pensamento Materialista herdado pelos físicos. Einstein não viveu o bastante para ver seu paradoxo respondido, e seus discípulos tiveram de abandonar o barco da Objetividade Forte (GOSWAMI, 1993).

Refletindo sobre como o experimentador pode interferir no experimento Victor Franz Hess trouxe-nos um novo paradoxo: “Como poderemos obter uma ordem hierárquica de experimentador, e em que nível isso acontece?”. Alguns dizem que se faz no nível da consciência.

Quanto ao paradoxo de Hess, imaginemos a seguinte situação, duas pessoas se aproximam de um semáforo por ruas diferentes, como estão atrasadas para o trabalho conscientemente desejam o sinal verde, antes de olharem para o semáforo. Qual consciência vai determinar o colapso de onda? (GOSWAMI, 1993). Se cremos que uma delas deter-

mina o colapso estamos nos referindo ao Solipsismo, que quer dizer, só existe uma pessoa no mundo, no caso ela e, portanto, todo o colapso depende de uma única consciência existente. Mas, como não nos sentimos uma mera projeção da consciência de algum ser humano, por sermos dotados de consciência e vontade, obviamente não cremos nessa visão solipsista.

Um idealista afirma de que se trata de uma *Consciência Maior* que rege todas as coisas, inclusive os colapsos de onda, e que permeia tudo determinando em nosso nível consciente o colapso (como uma manifestação de algo superior em algo inferior). Mas ainda essa teoria é muito incipiente e por não possuir muitos experimentos voltados a esse foco fica somente no campo das ideias.

Portanto, munidos de conhecimento teremos condições de fazer uma análise crítica da Homeopatia e da Cura Quântica quanto ao princípio de funcionamento/formulação baseado na teoria quântica.

4 *Mecânica Quântica e Saúde*

4.1 Relações entre sistemas Físicos e Biológicos

“O universo começa a parecer-se mais com uma grande ideia do que com uma grande máquina”. David Bohm

Um dos desafios do século XXI é utilizar os recursos da Física Quântica para compreender alguns fenômenos da Biologia, lembrando que os modelos biológicos que estudamos tomam por base, em parte, as Mecânicas Newtoniana, Estatística e Termodinâmica. No entanto, vários fenômenos não encontram boa explicação pelo viés das Físicas mencionadas. O ponto de partida dos cientistas é encontrar explicação dos fenômenos biológicos dentro da teoria quântica, uma vez que estes são relativamente novos e há um vasto campo na área biológica a ser explorado. Muito provavelmente as próximas décadas serão marcadas pelas descobertas na Biologia através da MQ.

Mas para que isso seja possível precisamos compreender como se dá a experimentação, para tornar os sistemas físicos experimentais exequíveis precisamos arranjar-los de tal maneira que seus parâmetros estejam devidamente controlados, do contrário fica realmente difícil manipular os experimentos. Os físicos experimentais sabem que se a temperatura, pressão e quaisquer outros parâmetros relevantes para o experimento não estiverem devidamente controlados os resultados obtidos, dado um certo experimento, será um somatório indecifrável de variáveis. Pode parecer Reducionista, mas por qual meio faremos com um alto grau de precisão os experimentos se não restringirmos as variáveis e soubermos o que cada parâmetro influencia no resultado final?

Bohr quando já havia estabelecido os alicerces da MQ teve como orientado Max Delbrück, físico alemão, que veio a se tornar um expoente nas áreas de Biologia, Medicina e Fisiologia. Bohr o incentivou a estudar Biologia e descobrir sua *complementaridade*. Delbrück não procurou os fenômenos quânticos no nível biológico da matéria, na verdade ele perseguiu *Outras Leis da Física* (MCKAUGHAN, 2005). A influência da visão de

Bohr sobre a vida guiou os estudos de Max, sua busca era encontrar a *complementaridade biológica*, paralela à complementaridade quântica cunhada por Bohr, em pesquisas na Biologia Molecular.

Max Delbrück entendeu que os sistemas biológicos não são redutíveis em termos físico-químicos, há uma certa complexidade a ser considerada nos sistemas vivos. Além disso ele buscou um programa de pesquisa reducionista aos seus limites, esperava encontrar um paradoxo que seria decisivo para revelar a incapacidade inerente de um programa mecanicista e explicar todos os aspectos da vida e forçar a comunidade científica a reconhecer um papel legítimo e complementar para os conceitos teleológicos em Biologia (MCKAUGHAN, 2005).

Devemos considerar as limitações que Max esbarrava em sua época. Hoje encontramos inúmeros trabalhos envolvendo MQ e Biologia, com a ajuda de computadores podemos fazer várias simulações matemáticas levando em consideração diversos níveis de realidade, seja atômica, molecular ou celular, para citar algumas aplicações. Em face disso, no entanto, o conjunto dos efeitos quânticos e dos organismos vivos parecem ocupar reinos totalmente diferentes. Os primeiros são geralmente observados apenas na escala nanométrica, rodeado por forte vácuo, temperaturas ultrabaixas e um ambiente de laboratório bem controlado. O último habita um mundo macroscópico quente, sujo e sem qualquer controle. Um fenômeno quântico, como coerência, onde os padrões de onda de cada parte de um sistema estão em sintonia, não iriam durar um microssegundo no reino tumultuado da célula. Nessas condições o Caos do ambiente destruiria instantaneamente a coerência entre partículas emaranhadas.

Entretanto, parece que a Natureza conhece alguns truques que os físicos nem imaginam, e a coerência quântica pode ocorrer nos eventos intracelulares, como por exemplo, na fotossíntese ou no meio pelo qual os pombos se orientam pelo campo magnético da Terra. No caso da fotossíntese seria possível a transposição de elétrons de uma molécula para outra superando, desse modo, uma barreira de potencial intransponível caracterizando o fenômeno quântico de tunelamento. Já no caso dos pombos, os fótons solares atingem a retina do pássaro, essa energia é depositada pelo fóton produzindo um par radical livre que sofreria maior influência do campo magnético terrestre do que o núcleo atômico. Este processo desencadeia reações químicas, portanto, alguma substância química é sintetizada nas células retiniais da ave quando o sistema está em um estado quântico, mas não quando está em outro, afirma o físico Simon Benjamin da Universidade de Oxford (BALL, 2011).

Porém, tudo que vimos é apenas teoria, os estudos são incipientes e há muita con-

trovêrsia a respeito do acontencimento desses fenômenos no meio ambiente. Não obstante, encontramos outras tentativas da aplicação da Mecânica Quântica na área da Saúde, algumas são bem-sucedidas como a ressonância magnética e o uso de radiação no diagnóstico e tratamento de enfermidades, porém há outras tentativas de usar os conceitos da MQ nas terapias alternativas, fato recorrente e sujeito a grandes discussões.

4.2 Terapias Alternativas e Complementares

Um especialista é alguém que sabe quais os piores erros que podem ser cometidos na sua área e os evita. Werner Heisenberg

A evolução da Física contribuiu com a humanidade em diversos seguimentos da sociedade, não obstante, nas áreas de biológicas como citamos anteriormente e inclusive na saúde também tivemos avanços significativos. Hoje pacientes podem contar com uma série de tratamentos, sejam eles convencionais ou mesmo alternativos que visam minimizar efeitos colaterais ou ainda proporcionar um complemento terapêutico. A maneira como é feita a medicina no dia-a-dia, tratar todos os pacientes da mesma maneira, pelo menos a princípio, a partir de estudos realizados nos principais centros de pesquisa do mundo, prejudica as peculiaridades de cada indivíduo, no fim poucos profissionais acabam fugindo dos protocolos. É óbvio que somos organismos vivos e nos diferimos em diversos fatores, desde uma reação alérgica até chegar no comportamento emocional envolvendo o consciente que é inerente a cada pessoa.

Sendo assim, as terapias alternativas que compreendem o ser humano com um todo são bem-vindas, devem ser levadas a sério e também desenvolvidas. Contudo, é necessário compreendê-las melhor e saber quais são seus fundamentos, se quisermos que elas deixem de ser conceituadas como alternativas ou complementares. Por isso a importância de conhecermos seus fundamentos, como também para comprovar a eficácia e os meios pelos quais as terapias agem, colaborando para torná-las melhores através dos avanços científicos.

Não é raro ver profissionais da área de saúde questionando a validade das terapias alternativas, se elas são, de fato, eficazes e duvidam de seu cunho científico. Há um centena de milhares de indivíduos desempenhando a função terapêutica sem formação adequada embarcando em conceitos quânticos totalmente distorcidos para dar suporte a certas terapias, quando na verdade de “quântico” não há nada, ou desconstroem o que de fato um fenômeno quântico apresenta ser. Dentre várias terapias abordaremos duas em

particular e discutiremos a sustentação “quântica” que inúmeras pessoas supostamente atribuem utilizando a MQ.

4.3 Cura Quântica

“Eloquência positiva é aquela que persuade com doçura, não com violência, ou seja, como um rei, não como um tirano”. Blaise Pascal

Este é o termo utilizado para justificar efeitos emergentes de uma região que está além da matéria, ela poderia achar na inteligência uma maneira de se expressar, assim como na interpretação Iluminista. O Dr. Deepak Chopra enfatiza em seu livro *A Cura Quântica* que na parte mais diminuta da matéria nada existe, tudo é um imenso vazio, e a partir desse imenso *nada* é que reside a fonte do ser pensante, da memória (ou consciência) que ele mesmo define como zona quântica. O paciente que possui uma enfermidade poderia, segundo Chopra, se autocurar ou então com a ajuda de um terapeuta de Cura Quântica o processo de cura seria falicitado, pois a enfermidade seria a expressão dos problemas causados na zona quântica. Deepak afirma ainda que pelo fato de *todos* os elétrons e átomos estarem interconectados, segundo o teorema de Bell, então, a manifestação que emana da consciência toma lugar no mundo material via MQ. Sendo assim, tendo acesso a consciência poderíamos reverter a situação de uma enfermidadee intencionalmente, “colapsando” a cura.

Hoje o ser humano possui hábitos que não são saudáveis, vivemos pensando nas tarefas, planos, prazos e responsabilidades, sem descansamos, e está comprovado que a mente adocece o corpo. A cultura oriental prega a tranquilidade, a meditação para acalmarmos os ânimos e esquecermos da vida conturbada que notoriamente contribui para desacelerar todo o processo de estresse. A Cura Quântica carrega consigo muito das tradições orientais. Elas trazem consigo várias teorias que tem por objetivo mergulhar na própria consciência, fazer um exercício de introspecção e receber da *Consciência Superior* a *luz* necessária para os caminhos da vida e assim conseguir através da consciência reverter uma enfermidade via MQ, “colapsando” intencionalmente a realidade que traria a cura para uma certa enfermidade.

Remontando o cenário quântico no nível atômico, quando trabalhamos com uma função de onda que gera a probabilidade de encontrar um elétron em algum ponto do espaço percebemos que existe uma probabilidade diferente de zero de encontrá-lo no núcleo atômico. Logo, pouquíssimo espaço é vazio, na realidade espaços bem específicos estão

vazios, devido a uma probabilidade intrínseca das partículas subatômicas que são as constituintes de toda a matéria, portanto, o termo imenso *nada* não está exatamente correto, segundo a teoria quântica.

É verdade que esta partícula subatômica pode ocupar posições bem definidas na órbita, no entanto, ao afirmar isso estamos sendo reducionistas pois essa característica é mais bem evidenciada no átomo de Hidrogênio, o átomo mais elementar (que possui um próton e um elétron). Se extendemos para o átomo de Hélio a situação se complica devido a influência que os elétrons causam nos outros elétrons vizinhos e surgem as sobreposições de estado. Nosso corpo é composto por aproximadamente 61% de oxigênio, ou seja, a análise fica cada vez mais complexa em termos de preenchimento do espaço ocupado por essas partículas carregadas negativamente.

Diferente do que afirma Chopra, o teorema de Bell, como vimos no capítulo anterior, diz sobre o efeito de emaranhamento apenas com entidades físicas de extrema correlação, oriundas da mesma fonte. Não podemos afirmar que todas as partículas guardam relação como é declarado por Chopra, muito menos em temperatura ambiente da maneira que é aplicado. Não é isso que o teorema de Bell afirma, seria uma conjectura extrapolar o teorema asseverando que o corpo humano como um todo está correlacionado quanticamente, uma vez que as fontes geradoras de correlação são controladas e específicas, diferente do corpo humano.

Sabemos que a medicina atual evoluiu muito com a aproximação da medicina oriental, o homem ocidental se atentou aos detalhes importantes que eram negligenciados desde a detecção da enfermidade até o tipo de tratamento empregado, porém, ao que tudo indica as tentativas de justificação tem falhado para sustentar a Cura Quântica via MQ.

Outros adeptos da Cura Quântica defendem um tipo de formação de certos fármacos com efeito vibracional quântico. Na teoria eles carregam estas *informações* vibracionais que atingirão partes do organismo que estão em desarmonia com o restante do corpo. Então, ao ingerir um desses comprimidos os pacientes receberão um pacote vibracional quântico, que contém uma determinada frequência e amplitude, característica inerente dos sistemas físicos vibracionais, que se encarregará de recompor estado vibracional natural de um organismo saudável.

Quando trabalhamos com partículas, normalmente armadilhadas em campos elétricos e magnéticos conseguimos alterar alguns parâmetros, contudo, essa ação possui um efeito de memória extremamente baixo impossibilitando qualquer meio de propagar esse efeito devido a influência do ambiente e a própria constituição quântica. Portanto, o arranjo

físico sofrerá uma mudança quando submetemos ao um campo elétrico ou magnético suficientemente forte alterando assim seu estado físico, no entanto, não conseguiremos prolongar os estados acessados por essas partículas, pensando num fármaco produzido e embalado até chegar no paciente normalmente leva-se um certo tempo, que é infinitamente maior que o tempo de memória da alteração física.

Ainda sobre estes fármacos, seus proponentes afirmam que a imposição de um estado vibracional de um certo fármaco se dá no nível consciente (ou supraconsciente), sendo diferente do colapso do pacote de onda da teoria quântica, que simplesmente faz colapsar o sistema sem, contudo, definir intencionalmente sua configuração final, portanto, exige um passo de fé de ambas as partes, tanto de quem produz um suposto fármaco quântico como para quem se “medica” com ele.

4.4 Homeopatia

“Quem não evita as pequenas faltas, pouco a pouco cai nas grandes”. Thomas Khun

A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece as práticas da homeopatia no tratamento crônico de certas doenças de maneira complementar, porém nunca substituindo e sim auxiliando os tratamentos bem estabelecidos conforme protocolos. O Ministério da Saúde do Brasil segue as recomendações da OMS, segundo a **Portaria N° 971, de 3 de Maio de 2006** que descreve as práticas e inclusive o oferecimento por parte do SUS (Sistema Único de Saúde), pelo menos numa parcela, consultas com profissionais especializados nesta tipo de técnica.

A homeopatia sempre é alvo de muito questionamento porque foi concebida numa época em que o conhecimento científico era muito reduzido e as formas de tratamento também eram limitadas. Foi criada por Christian Hahnemann, este por sua vez não tinha concepção clara de físico-química, não sabia da existência da constante de Avogadro que diz respeito a matéria, cujo valor é de aproximadamente $6,022 \cdot 10^{23}$ mais comumente chamado de *mol*, portanto, exemplificando, um mol de átomos de Hidrogênio corresponde a $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de Hidrogênio que corresponde a um grama desse elemento. Hahnemann acreditava na continuidade da matéria, motivo pelo qual diluía a solução inúmeras vezes, a solução, por sua vez, produziria o efeito semelhante à enfermidade (princípio *similia similibus curantur* – semelhante cura semelhante), logo as tantas diluições eram para garantir a dose mínima.

Mas o que na prática ocorre é uma diluição a ponto de não haver mais átomos do composto utilizado na produção do diluído. De acordo com a constante universal de Avogadro na décima segunda diluição a probabilidade de se encontrar uma molécula do composto utilizado na diluição é zero. Como se dá então o funcionamento físico-químico, ou simplesmente físico, já que não há mais matéria alguma do diluído, se de fato a Homeopatia é eficaz como explicar seu princípio de funcionamento?

Um termo bem recorrente é a *dinamização*, a partir dele que os homeopatas afirmam garantir uma propagação de uma *informação*, que se dá no nível imaterial, assim como na Cura Quântica. Outros diriam que se dá no nível molecular, na formação de *clusters* (estrutura organizacional das moléculas da água) e daí surge outro termo: *memória da água* (MILGROM, 2005). Milgrom um dos referenciais nos estudos sobre homeopatia, em um de seus artigos aborda alguns pontos que dariam suporte a, por exemplo, memória da água, emaranhamento dinamizador-remédio-paciente e a *Teoria Quântica Fraca*. No entanto as abordagens não se limitam a essas, mas por ser um assunto muito vasto envolvendo muitas teorias vamos focar apenas a estas três mencionados.

4.4.1 Memória da Água

A água é o máter e a matriz, a mãe e o meio de vida (MILGROM, 2007), a composição perfeita entre dois átomos de Hidrogênio e um de Oxigênio formando ligações covalentes entre si, e pontes de Hidrogênio dando sustentação intermolecular conferindo a água a característica fundamental para a vida, sua forma líquida em temperatura ambiente, sem a qual não seria possível a vida como a concebemos. E essa substância essencial poderia ter um efeito memória que também poderia ser propagado por um longo tempo respeitando algumas circunstâncias.

Em relação à homeopatia, a dinamização feita por quem prepara um remédio é praticamente um ritual, feita nos mínimos detalhes, e acredita-se que é a partir daí que surgem as estruturas na água que serão propagadas durante as diluições, sendo assim, além no processo de dinamização o composto contribuiria na formação destes *clusters*. Está comprovado cientificamente que uma molécula de água pode formar um padrão, carregando assim uma informação conformacional que foi chamado de *memória da água* por Jacques Benveniste, no entanto, a tal forma tem um curto prazo, na ordem de pico segundos (10^{-12} s) (CHAPLIN, 2007), explicada pelas leis da Termodinâmica.

Em termos termodinâmicos, quando um sistema físico está longe do seu equilíbrio, por exemplo, num ponto crítico instável ele naturalmente vai tender ao ponto crítico estável,

e nesse caso representa um maior grau de desordem.

Permanecer num único estado entrópico é inviável, portanto tentar explicar a homeopatia por esse viés não é ideal (TEIXEIRA, 2007).

A entropia de um sistema está relacionada com os graus de liberdade, ou o número de estados acessíveis do sistema (conformação das moléculas ou o movimento que elas podem fazer), especificamente a água na forma líquida tem um número menor de estados acessíveis que na forma gasosa e maior que na forma sólida.

Na verdade, o termo *memória da água* tem sido mal interpretado, pois as provas, falta de provas, ou a simples descrença que a água tem, ou pode ter, uma memória tem desnecessariamente sido confundido com uma prova mais homeopática, isso é, se pode ou não ser eficaz, do ponto de vista físico quântico (CHAPLIN, 2007).

Mas se for no nível imaterial voltamos novamente no que já foi discutido, a falta de provas esvazia qualquer tentativa de explicar a homeopatia de acordo com a *informação* que permeia a matéria como no caso da Cura Quântica. Resumindo, pela formação de clusters não seria possível uma propagação de informação.

4.4.2 Teoria Quântica Fraca - TQF

Essa teoria está baseada em um conjunto mínimo de axiomas para tentar abranger ao máximo os diversos contextos existentes (ATMANSPACHER; RÖMER; WALACH, 2002).

Por exemplo, a versão da teoria quântica fraca (TQF) não implica necessariamente uma representação do espaço de Hilbert ou interpretação probabilística. A não-comutatividade de observáveis não é necessariamente quantificada pela constante de Planck. A típica desigualdade de Bell não pode necessariamente ser formulada por esta teoria. Ela foi criada na tentativa de dar o suporte científico, com impacto e fundamentado na teoria quântica, para a comunidade dos praticantes da Homeopatia.

Os idealizadores destacam algumas hipóteses em que determinadas características da teoria quântica pode ser generalizada para um quadro mais amplo do que da teoria quântica. Para tal quadro, eles esperam que as noções de sistemas, observáveis e estados permaneçam válido e significativo.

Entre os muitos exemplos de relações complementares que podem ser encontrados na literatura, dois estudos de casos foram especificados para demonstrar a aplicabilidade da TQF. Eles referem-se a tipos complementares de descrições dinâmicas dos sistemas físicos, e a relação entre os processos conscientes e inconscientes na psicanálítica e configurações psicoterapêuticas. Estes exemplos mostram que há diferentes níveis de generalização entre a teoria quântica comum e a TQF, dependendo em que as restrições são acrescentadas ao contexto. Enquanto exemplo, é provável a necessidade da generalização completa da versão fraca, apenas algumas condições da teoria quântica comum são relaxadas (ATMANSPACHER; RÖMER; WALACH, 2002).

A formalização matemática para a tal teoria ao que parece é mais fraca do que se possa imaginar, na verdade deveria ser chamada de teoria de números fracos (CHRASTINA, 2008).

Milgron afirma que as funções de onda da teoria quântica ortodoxa representam observáveis mensuráveis de partículas físicas e que na TQF elas não são necessárias.

Quanto mais a sério a metáfora é tomada, menos sentido faz, em que $2 + 2$ não tem de ser 4, e ele pode fingir provar o que quer que ele gosta com isto (CHRASTINA, 2008).

Com essas informações, tendo como base os cálculos matemáticos levianos, todas as pessoas que tomam como base os artigos publicados por Milgron incorrem em erros desse tipo, onde qualquer físico quântico consegue por argumentos consistentes da teoria quântica contra-argumentar.

4.4.3 Emaranhamento Médico-Remédio-Paciente

A Homeopatia preconiza uma forte relação entre o médico e o paciente imprescindível para a eficácia do tratamento, essa forte relação remete ao emaranhamento quântico, por isso Milgron se empenhou no trabalho de comprovar, via TQF, a existência deste emaranhamento que estaria presente na prática homeopática.

Portanto, envolve um fenômeno quântico chamado emaranhamento que relaciona um macroemaranhamento: Médico-Remédio-Paciente (MILGRON, 2002).

Ele afirma que pela teoria de campos seria possível este tipo de emaranhamento, juntamente com a TQF. O macroemaranhamento só seria possível através de uma Força Vital (FV).

Além disso, a FV pode ser prevista como observável somente a partir da quantidade e da gravidade dos sinais observados e os sintomas que produz. A partir disto, é possível construir uma metáfora matemática para o FV como um giroscópio multidimensional quantizado (MILGRON, 2002).

Da TQF, Milgron toma a equação usada para resolver um *experimento mental* de partículas em repouso que decaem com igual probabilidade com segue abaixo:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|a\rangle_1|b\rangle_2|c\rangle_3 + |a'\rangle_1|b'\rangle_2|c'\rangle_3] \quad (4.1)$$

Contudo, como podemos verificar, Milgron apenas manipula a fórmula já existente e reescreve os termos de interesse dando uma nova interpretação:

No entanto, é claro que Milgron desconhece o significado da equação (4.1). O experimento mental, faz menção ao fato de que a partícula se encontra em repouso, imediatamente antes do decaimento restringe os três produtos de decaimento tendo impulso líquido zero, e uma vez que se considera que cada um tem a mesma massa então eles devem ser emitidos 120° separados.

$$|\psi_{MRP}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|M \uparrow\rangle_1|R \uparrow\rangle_2|P \uparrow\rangle_3 + |M \downarrow\rangle_1|R \downarrow\rangle_2|P \downarrow\rangle_3] \quad (4.2)$$

Milgron parece ter copiado algumas equações de artigos, livros e popularizações da Física Quântica, atribuindo propriedades arbitrárias e atribuiu entidades para dentro deles, e depois alegou ter um modelo análogo metafórico para a Homeopatia. Não podemos deixar de mencionar que trata-se de um caso específico e fracassado de explicar a homeopatia pela TQF, uma vez que a própria teoria é falha (CHRASTINA, 2008).

5 *Conclusão*

Pudemos compreender os fatos históricos relevantes da Mecânica Quântica bem como os fenômenos e suas peculiaridades. Esses mesmos fenômenos tem sido empregados equivocadamente na explicação da Cura Quântica e Homeopatia.

Os fenômenos utilizados como argumentação para dar suporte à Cura Quântica são:

- Toda matéria provém de um imenso *nada* (zona quântica), onde emana a “consciência”;
- Seria possível através da consciência acessar esta zona quântica e alterar uma enfermidade fazendo colapsar novas possibilidades;
- Isso seria possível uma vez que todos os átomos estão emaranhados.

O que concluir da Mecânica Quântica:

- Remontando o cenário quântico no nível atômico, quando trabalhamos com uma função de onda que gera a probabilidade de encontrar um elétron em algum ponto do espaço percebemos que existe uma probabilidade diferente de zero de encontrá-lo no núcleo atômico. Logo, pouquíssimo espaço é vazio, na realidade espaços bem específicos estão vazios, devido a uma probabilidade intrínseca das partículas subatômicas que são as constituintes de toda a matéria, portanto, o termo imenso *nada* não está exatamente correto, segundo a teoria quântica. Quanto a “consciência”, abordada pela visão Iluminista, está no campo das ideias, não há experimentos capazes de comprová-lo até o momento;
- A MQ confirma a possibilidade de conscientemente colapsar um pacote de onda, no entanto, jamais ela poderia determinar a maneira do colapso, ou seja, não seria possível fazer a opção de melhora ou piora, em um nível quântico, que resultasse na saúde do paciente;

- No experimento de Aspect com o laser (entidade física correlacionada devido à fonte) encontramos o fenômeno do emaranhamento, porém, a situação é específica, a correlação se mantém em condições apropriadas, e quando nos referimos a átomos a situação fica mais complicada devido ao Caos proporcionado a temperatura ambiente, nessas condições a correlação se perde em pouquíssimo tempo.

Quanto aos argumentos em relação a Homeopatia vimos nesse trabalho:

- Na dinamização surgem estruturas na água que serão propagadas durante as diluições, sendo assim, além do processo de dinamização o composto também contribuiria na formação destes *clusters*;
- A Teoria Quântica Fraca (TQF) daria condições de comprovar a Homeopatia cientificamente via MQ, os autores conseguiram formalizar uma estrutura utilizando os operados da MQ, agregando o mínimo de axiomas para torná-la mais abrangente possível e por fim formalizar a terapia;
- O Emaranhamento Médico-Remédio-Paciente é um subproduto da TQF, sendo assim, visa provar pela teoria a relação que existe nas práticas homeopáticas e munir de argumento teórico os simpatizantes da Homeopatia.

Contra-argumentação da Homeopatia:

- Está comprovado cientificamente que uma molécula de água pode formar um padrão, carregando assim uma informação conformacional que foi chamado de *memória da água* por Jacques Benveniste, no entanto, a tal forma tem um curto prazo, na ordem de pico segundos, explicada pelas leis da Termodinâmica. Por outro lado, quando falamos do ponto de vista da MQ recaímos no mesmo caso da Cura Quântica fazendo referência aos estados vibracionais;
- A TQF foi idealizada para comprovar cientificamente a funcionalidade da Homeopatia, porém a escassez de uma matemática sólida, consistente e abrangente nos moldes do formalismo quântico torna a teoria inconsistente e suscetível a contra-argumentações que facilmente comprometem a seriedade da TQF;
- O Emaranhamento Médico-Remédio-Paciente, do ponto de vista quântico, não existe. Milgron apoia-se na TQF e em vários trabalhos relacionados com o fenômeno quântico de emaranhamento na tentativa de formalizar a Homeopatia mas que é facilmente refutável.

Concluimos, então, que a Cura Quântica se enquadra mais como uma simpatia do que como terapia médica de cunho científico. As várias teorias que a envolvem não são capazes de atestá-la, pelo menos com conhecimento gerado pela Mecânica Quântica até o presente momento.

A Homeopatia, diferentemente, tem se mostrado eficaz para vários tipos de tratamentos, a conclusão que chegamos é que a abordagem científica utilizada até hoje não é condizente com a Física, em especial a Mecânica Quântica.

Referências

- ASPECT, A.; DALIBARD, J.; ROGER, G. Experimental test of bell's inequalities using time-varying analyzers. **Physical Review Letters**, v. 49, p. 1804–1807, 1982.
- ATMANSPACHER, H.; RÖMER, H.; WALACH, H. Weak Quantum Theory: Complementarity and Entanglement in Physics and Beyond. **Foundations of Physics**, v. 32, n. 3, p. 379–405, 2002.
- BALL, P. The dawn of quantum biology. **Nature**, v. 474, p. 272–274, 2011.
- BELL, J. **Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics**. 2^a. ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 2004.
- BOHR, N. **Light and Life Revisited in , Essays 1958-1962 in Atomic Physics and Human Knowledge**. New York, USA: Licht und Leben-noch einmal. Naturwissenschaften, 1963.
- CHAPLIN, M. The Memory of Water: an overview. **Homeopathy**, n. 96, p. 143–150, 2007.
- CHOPRA, D. **Quantum Healing**. 1^a. ed. New York: Bantam Books, 1989.
- CHRISTINA, D. Weak Quantum Theory isn't *that* weak. **Oxford University Press**, n. 34, p. 1–4, 2008.
- D'ESPAGNAT, B. **On Physics and Philosophy**. 2^a. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2002.
- EINSTEIN, A.; PODOLSKY, B.; ROSEN, N. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? **Physical Review Letters**, v. 47, p. 777–780, 1935.
- GOSWAMI, A. **The Self-Aware Universe How Consciousness Creates the Material World**. 2^a. ed. USA: Putnam's Sons, 1993.
- JR, O. P. **Conceitos de Física Quântica, vol I**. 2^a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- JR, O. P. **Conceitos de Física Quântica, vol II**. 2^a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- JR, O. P. Conceitos e Interpretações da Mecânica Quântica: o Teorema de Bell. **WECIQ 2006 - Mini-curso 1**, n. 1, p. 3–15, 2006.
- MCKAUGHAN, D. The Influence of Niels Bohr on Max Delbrück. **The History of Science Society.**, p. 507–529, 2005.

MILGROM, L. Debate: Entanglement and homeopathy. The sound of two hands clapping: Could homeopathy work locally and non-locally? **Homeopathy**, n. 94, p. 100–104, 2005.

MILGROM, L. Comment on: Conspicuous by its absence: the Memory of Water, macro-entanglement, and the possibility of homeopathy. **Homeopathy-Letters to the editor**, n. 94, p. 50–51, 2007.

MILGRON, L. Patient-practitioner-remedy (PPR) entanglement. Part 1: a qualitative, non-local metaphor for homeopathy based on quantum theory. **Homeopathy**, n. 91, p. 239–248, 2002.

RADIN, D. et al. Consciousness and the double-slit interference pattern: Six experiments. **Physics Essays**, v. 2, n. 25, p. 157–171, 2012.

SCHMIDT, D. **Erwin Schrödinger**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

TEIXEIRA, J. Can water possibly have a memory? A sceptical view. **Homeopathy**, n. 96, p. 158–162, 2007.

TEIXEIRA, M. Z. *Esclarecendo a Homeopatia*. Em: <http://www.homeozulian.med.br>, Acesso em: 31 de Outubro de 2012.

THOMPSON, S. **The Life of Lord Kelvin**. 2ª. ed. London: Macmillan: The life of WilliamThoson, Baron Kelvin of Largs, 1910.

ZUREK, W. Decoherence and the transition from quantum to classical – revisited. **Los Alamos Science**, v. 6, p. 24, 2002.

6 *Apêndice*

6.1 **Resumo da formalidade matemática da Mecânica Quântica**

Nossa abordagem textual tem caráter mais qualitativo, no entanto, resolvemos incluir algumas descrições da mecânica quântica para os leitores mais interessados nas operações matemáticas.

Conforme comentado no texto a mecânica quântica no formalismo matemático trata de probabilidade, ou seja, calculamos qual a probabilidade de um dado observável ocorrer. Observável é o termo empregado à uma propriedade de um sistema físico, sua representação vetorial carrega um conjunto de possibilidades, inclusive uma superposição de estados. A partir da função de onda $\psi(\mathbf{r})$ podemos descrever um vetor de estado na forma $\langle \mathbf{r} | \psi \rangle$. Notação criada por Paul Dirac que significa o produto interno de dois estados, representado por um **braket**, o lado esquerdo $\langle \mathbf{r} |$ chamado de **bra** e o lado direito $|\psi\rangle$ chamado de **ket**.

Sendo assim podemos listar os seis postulados da mecânica quântica para começar a entendê-la melhor.

6.1.1 **Primeiro Postulado**

Dado um tempo t_0 , o estado de um sistema físico é definido por um ket $|\psi(t_0)\rangle$ específico pertencente ao espaço do estado ε .

A princípio serve para qualquer sistema físico, e é importante notar que, se ε é um vetor no espaço, este primeiro postulado implica um princípio de superposição: uma combinação linear de vetores de estado é um *vetor de estado*.

6.1.2 Segundo Postulado

Toda quantidade física mensurável \mathcal{U} é descrito por um operador A atuando em ε ; este operador é um observável.

Diferentemente da mecânica clássica, a mecânica quântica descreve de uma maneira peculiar o estado de um sistema juntamente com as quantidades físicas envolvidas: um estado é representado por um vetor, uma quantidade física por um operador.

6.1.3 Terceiro Postulado

Um operador H denota as únicas energia possíveis e acessíveis de uma partícula.

O único resultado possível de uma medida de uma quantidade física \mathcal{U} é um dos autoestados de um observável A correspondente.

Uma medida de \mathcal{U} sempre gera um valor real, desde que A seja, por definição, Hermitiano.

Se o espectro de A é discreto, os resultados que podem ser obtidos pela medição de \mathcal{U} serão *quantizados*.

Vamos generalizar nossa discussão em mais detalhes analisando um simples experimento realizado com fótons polarizados. Considere um sistema cujo estado é caracterizado, num dado tempo, por um ket $|\psi\rangle$, assumindo que está normalizado por 1:

$$\langle\psi|\psi\rangle = 1 \quad (6.1)$$

Queremos prever o resultado da medida, neste tempo, da quantidade física de \mathcal{U} associada com o observável A .

α . Caso de um Espectro Discreto

Primeiramente vamos assumir que o espectro de A é totalmente discreto. Se todos os autovalores α_n de A não são degenerados, então associado com cada um deles existe um único autovetor (incluindo um fator constante) $|u_n\rangle$:

$$A|u_n\rangle = \alpha_n|u_n\rangle \quad (6.2)$$

Sendo A um observável, o conjunto dos $|u_n\rangle$, devidamente normalizado, constitui

uma base em ε , e o vetor de estado $|\psi\rangle$ pode ser escrito:

$$|\psi\rangle = \sum_n c_n |u_n\rangle \quad (6.3)$$

E assim postulamos que a probabilidade $\wp(a_n)$ de encontrar a_n , quando \mathcal{U} é medido:

$$\wp(a_n) = |c_n|^2 = |\langle u_n | \psi \rangle|^2 \quad (6.4)$$

6.1.4 Quarto Postulado - o caso de um espectro discreto não degenerado

Quando a quantidade física \mathcal{U} é medida em um sistema no estado normalizado $|\psi\rangle$, a probabilidade $\wp(a_n)$ de obter um autovalor não degenerado a_n do observável correspondente A é:

$$\wp(a_n) = |\langle u_n | \psi \rangle|^2 \quad (6.5)$$

quando $|u_n\rangle$ é o autovetor normalizado de A associado com o autovalor a_n .

Mais adiante, após ortogonalizar os autovetores devido a degenerescência dos autovalores, $|\psi\rangle$ pode ser ainda expandido em base ortogonal que torna sua probabilidade:

$$\wp(a_n) = \sum_{i=1}^{g_n} |c_n^i|^2 = \sum_{i=1}^{g_n} |\langle u_n^i | \psi \rangle|^2 \quad (6.6)$$

Quando uma quantidade física \mathcal{U} é medido, em um sistema no estado normalizado $|\psi\rangle$, a probabilidade $\wp(a_n)$ de obter o autovalor a_n de observável correspondente A é:

$$\wp(a_n) = \sum_{i=1}^{g_n} |\langle u_n^i | \psi \rangle|^2 \quad (6.7)$$

onde g_n é o grau de degenerescência de a_n em $|u_n^i\rangle$ ($i=1,2,\dots,g_n$) é um conjunto ortogonal de vetores que forma um base no autosubespaço ε_n associado com o autovalor a_n de A .

6.1.5 Quinto Postulado

Se a medição de uma quantidade física A do sistema no estado $|\psi\rangle$ resulta em a_n , o estado do sistema imediatamente subsequente é medido pela projeção ortogonalizada, $\frac{P_n|\psi\rangle}{\sqrt{\langle \psi | P_n | \psi \rangle}}$, de $|\psi\rangle$ dentro do autosubespaço associado com a_n .

6.1.6 Sexto Postulado

A evolução temporal de um vetor de estado $|\psi\rangle$ é descrito pela equação de Schrödinger:

$$i\hbar \frac{d}{dt}|\psi\rangle = H(t)|\psi\rangle \quad (6.8)$$

onde $H(t)$ é o observável associado com a energia total do sistema.

H é chamado de *Operador Hamiltoniano* do sistema, da mesma maneira como obtida da forma clássica.