



## **Relações entre física quântica e Espiritismo: elas de fato existem?**

*Ricardo C. Mastroleo*

Dentre os diversos campos da física, talvez a mecânica quântica seja hoje aquela que exerça um maior fascínio entre as pessoas cujas áreas de atividade não estejam ligadas à pesquisa ou ensino de física. Esse interesse popular e curiosidade pelo assunto faz com que muitos artigos sejam publicados na imprensa não-científica, muitos deles trazendo mais confusão do que a elucidação e clarificação a que se propõe. Infelizmente a imprensa espírita também não está imune a este tipo de artigos. Não é incomum a publicação de artigos espíritas que, sem fundamentação científica, tentam atribuir aos fenômenos espirituais propriedades características da física quântica.

Um dos objetivos deste artigo é mostrar que qualquer afirmação que se proponha a estabelecer conexões entre as fenomenologias espiritual e quântica é, no atual estágio de nosso conhecimento científico, prematura e portanto faz sentido ser feita apenas dentro de um contexto puramente especulativo e sem deixar nenhuma dúvida de que se trata de afirmação não confirmada e não aceita pela comunidade científica. É importante salientar que a física quântica, desde o seu surgimento no início do século XX até os dias de hoje, cresceu e amadureceu como uma teoria que trata estritamente das interações entre os diversos componentes que formam a parte material da natureza que podemos observar. A natureza espiritual não é e nunca foi objeto de seus tratados. Comprovar ou não se os fenômenos espirituais são governados, mesmo que em parte, por leis quânticas é algo que ainda requer futura investigação.

Antes de tentarmos estabelecer correlações entre qualquer teoria da física e Espiritismo, é importante que conheçamos o contexto no qual essa teoria foi formulada, as questões que nesse contexto faziam sentido serem perguntadas e as respostas encontradas. Sem esse conhecimento, corre-se o risco de fazer-se afirmações imprecisas ou errôneas que confundem e deseducam. Assim, este artigo também se propõe a fornecer uma sucinta revisão histórica da evolução dos principais conceitos da física nos 3 séculos anteriores ao surgimento da mecânica quântica bem como uma análise nas mudanças que essa evolução causou na percepção do homem a respeito do universo no qual vivemos.

### **1. O universo segundo Aristóteles**

Até o século XVI, a física era completamente dominada pelos conceitos filosóficos de Aristóteles (384 – 322 AC). Na visão aristotélica [1] os objetos na Terra seriam formados por diferentes combinações de apenas quatro elementos – fogo, terra, água e ar. O movimento dos objetos terrestres podia ser de dois tipos: (a) o natural, em que o objeto seguiria a sua trajetória vertical para cima, se fosse um objeto leve (fumaça, por exemplo), ou para baixo, se fosse um objeto pesado (por exemplo, uma pedra); (b) o violento, quando o objeto fosse impulsionado por um agente externo, conseqüentemente seguindo uma trajetória cuja direção não seria necessariamente vertical (por exemplo, uma flexa disparada por um arco). Mas qualquer que fosse o tipo de movimento, natural

ou violento, a trajetória seria sempre governada pela inerente tendência que os corpos terrestres teriam de buscar o seu lugar “natural”, que seria o centro do universo, o qual se encontraria nada mais nada menos do que no centro da Terra. Já os corpos celestes tinham, segundo Aristóteles, um comportamento diferente. Eles não eram formados pelos elementos fogo, terra, água e ar, como os corpos terrestres, mas por um quinto elemento, considerado imutável ou “inocorrível”, chamado quintessência. Além disso, o movimento natural de todo corpo composto de quintessência seria do tipo circular. Neste contexto, Aristóteles explicava as observações astronômicas da época que sugeriam o movimento circular constante e imutável dos corpos celestes em torno da Terra, a qual permanecia estática no centro do universo (sistema geocêntrico).

Essa visão aristotélica do mundo perdurou por muitos séculos e só começou a ser desafiada no século XVI com os trabalhos do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473 – 1543) onde ele propunha que o movimento observado dos corpos celestes também poderiam ser explicados através de um modelo onde o Sol, e não a Terra, fosse o centro do universo e em torno do qual todos os corpos celestes, incluindo a Terra, orbitariam (sistema heliocêntrico). Nesse modelo, a percepção de um observador na Terra de que os corpos celestes seguem uma órbita circular em torno dela era explicada pela afirmação de que a Terra gira em torno de seu próprio eixo. Pode-se dizer que as idéias de Copérnico foram as sementes de uma revolução científica que estava pronta para ser iniciada. Pela primeira vez em séculos a visão aristotélica do mundo estava sendo questionada e os alicerces filosóficos e religiosos que mantinham a Terra num lugar privilegiado no centro do universo estavam para ser desmantelados.

## **2. Uma nova visão de mundo**

Nas décadas que se sucederam aos trabalhos de Copérnico, avanços tecnológicos importantes permitiram novas descobertas científicas que feriram de morte a concepção aristotélica do universo. Novas técnicas de observação astronômica produziram dados mais precisos sobre o posicionamento de astros e planetas. Munido desses dados, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571 – 1630), após muitos anos de análise, conseguiu não só validar o conceito heliocêntrico de Copérnico, onde os planetas giram em torno do Sol, como também concluir que as órbitas dos planetas eram elípticas e não circulares como a física vigente ditava. Além disso, Kepler foi capaz de descrever o movimento dos planetas em torno do Sol em termos de relações matemáticas que valiam para todos os planetas, conhecidas como as Leis de Kepler. Um fato notável na formulação das leis de Kepler é que, pela primeira vez na história da ciência, o movimento de objetos (planetas, neste caso) foi descrito através de relações matemáticas [2].

Um outro avanço tecnológico importante na época foi a invenção do telescópio. Apesar de não se saber ao certo a quem se deve esta invenção, o cientista italiano Galileo Galilei (1564 – 1642) foi o primeiro a apontar um telescópio para o céu, aperfeiçoá-lo e usá-lo como um instrumento científico de observação astronômica. Através de suas lentes Galileo observou que a superfície da Lua era irregular, com crateras, vales e colinas, assemelhando-se muito à superfície da Terra, negando assim a idéia de que corpos

celestes eram compostos de quintessência e, portanto, “incompactíveis”; observou também que Júpiter possuía quatro luas que a orbitavam, ilustrando a existência de uma miniatura do modelo de Copérnico dentro do sistema solar; suas observações também mostraram que a Via Láctea consistia de numerosos pontos de luz, os quais corretamente interpretou como estrelas distantes. Galileo também realizou estudos sistemáticos do comportamento de objetos em queda livre ou atirados em várias direções como projéteis e os resultados obtidos foram capazes de responder a uma pergunta muito usada pelos defensores do sistema geocêntrico e que mesmo Copérnico e Kepler foram incapazes de responder: “Se a Terra se move, porque quando saltamos verticalmente para cima sempre caímos no mesmo lugar?” Os defensores do sistema geocêntrico afirmavam que se a Terra realmente se movesse, ao saltar-se verticalmente para cima, enquanto se estivesse no ar a Terra se moveria sob o saltador e este cairia num lugar diferente de onde havia saltado. Galileo conseguiu finalmente provar que mesmo com a Terra em movimento o saltador sempre cairia no mesmo lugar, pondo fim a um importante argumento a favor do geocentrismo. Os resultados de seus estudos e experimentos levaram-no a confirmar o seu descrédito pelos conceitos aristotélicos e a tornar-se um fervoroso defensor do modelo heliocêntrico de Copérnico<sup>1</sup>.

Mas tão importante quanto as descobertas científicas de Galileo foi a metodologia que ele introduziu para se estudar as leis da natureza, na qual experimentos são elaborados com o objetivo de se testar uma hipótese, dados são coletados e analisados e posteriormente descritos através de relações matemáticas. Com essa metodologia, bem como as novas descobertas científicas reveladas por Galileo e Kepler, os alicerces da física estavam suficientemente firmes para que Isaac Newton (1642 – 1727), com sua genialidade e inventividade, tivesse condições de construir a sua teoria mecânica do universo em um dos trabalhos científicos mais influentes até hoje produzidos. Uma revolução científica estava em pleno curso.

### **3. O universo mecânico**

Newton nasceu no mesmo ano da partida de Galileo para a pátria espiritual (1642). Esta coincidência simboliza a continuidade de um pensamento científico que vem norteando até os dias de hoje a forma como as atividades de pesquisa em física são conduzidas. Newton deixou o seu legado científico em várias áreas. Na ótica, formulou a teoria corpuscular da luz e mostrou que a luz branca é composta de cada uma das cores que formam o arco-íris. Na matemática, desenvolveu a formulação do cálculo integral e diferencial, um instrumento indispensável na descrição matemática de fenômenos físicos. Mas foi na mecânica que Newton deixou a sua marca indelével de gênio. No magnífico trabalho intitulado *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicado (em latim) em 1687, Newton consolidou os resultados de mais de vinte anos de observações, análises e elaborações matemáticas que resultaram na formulação da lei da gravitação universal e nas três leis que regem a dinâmica dos corpos em movimento. Neste momento solene da história da física Newton finalmente respondia às questões sobre a mecânica do

---

<sup>1</sup> Esta posição de Galileo o colocou em direta contraposição com a Igreja, que se recusava a aceitar a nova realidade desvendada por suas descobertas. Por suas idéias, Galileo foi julgado pelos tribunais da Inquisição e condenado a prisão perpétua e também a publicamente renunciar à sua crença no sistema heliocêntrico.

universo que por milhares de anos inquietaram a mente humana. A partir de então, as mesmas poucas leis gerais derivadas por Newton foram capazes de explicar, dentre outras coisas, a queda de uma maçã que se desprende da árvore, a subida e descida das marés, bem como a órbita ininterrupta dos planetas em torno do Sol. A distinção que se fazia até então entre “corpos terrestres” e “corpos celestes” deixou de existir, pois todos eles obedecem às mesmas leis universais. Como Bernard Cohen coloca, “Tal foi a grande revolução newtoniana, que alterou toda a estrutura da ciência e verdadeiramente desviou o curso da civilização ocidental.” ([1], p.199)

Nos séculos XVIII e XIX, graças à contribuição de muitos físicos e matemáticos, as leis de Newton se transformaram na base de um arsenal matemático que permitiu o estudo teórico da dinâmica de sistemas bem mais complexos que aqueles originalmente pensados por Newton. Mas em que consistem esses estudos teóricos? O objetivo é determinar a trajetória do movimento de um ou mais corpos, uma vez que se conheça as forças que neles agem. Com o conhecimento sobre a natureza e intensidade dessas forças bem como as condições iniciais do sistema, as Leis de Newton podem ser escritas em termos de uma ou mais equações diferenciais, cujas soluções são as descrições matemáticas das trajetórias dos corpos em questão. Conhecer a trajetória de um corpo significa poder saber, em qualquer instante, exatamente onde ele está. Por exemplo, quando atiramos uma pedra para frente, esta descreve um “arco” até cair no chão. Para determinar-se matematicamente a trajetória dessa pedra, sabe-se que a única força que nela age é a gravidade. Conhecendo-se a direção e a velocidade com que a pedra foi atirada (nesse caso essas são as condições iniciais do sistema) a equação obtida das Leis de Newton tem como solução a trajetória da pedra, que nesse caso é uma parábola. Conhecendo-se a trajetória, pode-se saber quanto tempo a pedra levou para cair, com que velocidade ela atingiu o solo, qual foi a altura máxima que ela atingiu, etc. Em sistemas mais complexos, como o movimento dos planetas no sistema solar, ou o movimento do ônibus espacial lançado em direção à estação espacial internacional, o cálculo das trajetórias é feito seguindo-se a mesma estratégia do nosso simples exemplo da pedra atirada para a frente. O que difere é o nível de complexidade das equações matemáticas envolvidas. Usando-se esta mesma estratégia confirmou-se que a órbita dos planetas eram elípticas, como Kepler já havia determinado, bem como possibilitou-se a descoberta, em 1846, do planeta Netuno<sup>2</sup>. Com esta estratégia ainda hoje se pode, por exemplo, determinar com precisão quando eclipses ocorrerão no futuro ou ocorreram no passado e com que frequência cometas se aproximam da Terra.

A mecânica newtoniana introduziu uma nova visão de mundo onde o universo é totalmente previsível [3]. Se as condições iniciais de um sistema são bem estabelecidas e as forças que agem nos seus diversos componentes conhecidas, as Leis de Newton permitem que se conheça com exatidão e sem nenhuma ambigüidade a forma como o

---

<sup>2</sup> O sucesso da mecânica newtoniana tornou-se ainda mais evidente com a descoberta de Netuno. Observações mostravam que a órbita do planeta Urano apresentava uma anormalidade até então inexplicada. Quando as equações de sua trajetória foram calculadas usando-se o instrumental matemático derivado das Leis de Newton, descobriu-se que essa anormalidade poderia ser devida à existência de um planeta desconhecido no sistema solar. Essa predição foi confirmada pouco tempo depois quando um novo planeta, batizado de Netuno, foi observado numa posição no céu muito próxima àquela predita pelos cálculos matemáticos.

sistema se comportou no passado e como vai se comportar no futuro. Esse conceito de determinismo dominou o pensamento científico nos dois séculos que se seguiram à formulação da mecânica de Newton e só foi forçado a ser revisto com o surgimento da mecânica quântica no início do século XX.

Os séculos XVIII e XIX também foram palco de outros grandes avanços no campo da física. Os resultados de mais de um século de pesquisas nas áreas de eletricidade e magnetismo foram brilhantemente sintetizados pelo físico escocês James C. Maxwell (1831 – 1879) em termos de quatro equações básicas que descrevem o comportamento dos campos elétricos e magnéticos e suas interações com a matéria. Com essas equações, Maxwell inferiu a existência de ondas eletromagnéticas que se propagariam no vácuo com a velocidade da luz, concluindo que a luz seria também um tipo de onda eletromagnética. Anos mais tarde ondas eletromagnéticas foram pela primeira vez produzidas em laboratório, confirmando as propriedades preditas por Maxwell. Estava inaugurada a era das telecomunicações <sup>3</sup>.

Na área da termodinâmica a derivação, no século XIX, das leis básicas que regem os mecanismos de transferência de calor de um corpo para outro ou a sua transformação em energia de movimento, permitiu o desenvolvimento da máquina a vapor, que com suas inúmeras aplicações deram um impulso ainda maior à Revolução Industrial, então em pleno andamento na Europa.

#### **4. “O Espiritismo não e da alçada da Ciência”**

Esta efervescência de idéias que pairava não só nos campos da ciência e da tecnologia como também no da filosofia trouxe as condições apropriadas para que o mundo ocidental no século XIX [4] se tornasse um pouco mais receptivo à fenomenologia espiritual. As manifestações mediúnicas das irmãs Fox nos Estados Unidos deram início ao movimento espiritualista americano e o fenômeno das mesas girantes na França levaram Allan Kardec (1804 – 1869) aos estudos e pesquisas que culminaram com o seu monumental trabalho de codificação da Doutrina Espírita. Entretanto, esse despertar para a existência de uma realidade espiritual pouco impacto causou na física da época. Dentre os poucos físicos que dedicaram tempo de suas pesquisas ao campo da fenomenologia espiritual destacam-se [5] o físico inglês William Crookes (1832 – 1919) e o astrofísico alemão Johann Zollner (1834 – 1882). Porém, como Kardec já havia alertado em O Livro dos Espíritos [6] as dificuldades experimentais encontradas nessa área de pesquisa, associadas ao descrédito da comunidade científica com relação à validade dos resultados obtidos ofereceram terreno árido para que pesquisas nesse campo pudessem florescer. A metodologia usada com tanto sucesso nas pesquisas em física, baseada no controle do aparato experimental e na reprodutibilidade dos resultados (isto é, sob as mesmas condições um mesmo experimento produz sempre o mesmo resultado), não se mostrava apropriada para o estudo dos fenômenos espirituais. Estes, tendo como causa a ação de agentes inteligentes, não permitiam o controle experimental necessário para que os resultados fossem reprodutíveis. A matéria é submissa à vontade do experimentador, mas

---

<sup>3</sup> Ondas de radio também são ondas eletromagnéticas. Mas elas se propagam no espaço numa faixa de frequência diferente das ondas de luz visível.

o Espírito não. Não importa quantas vezes uma pedra seja largada do topo de uma torre, ela cairá sempre com a mesma aceleração. Por outro lado, um fenômeno mediúnico só acontecerá se existirem as condições apropriadas de afinidade e disponibilidade entre o médium e a entidade espiritual, condições essas sobre as quais o experimentador não tem absolutamente nenhum controle. Consequentemente, a Ciência Espírita não pode utilizar a mesma metodologia usada para o estudo da matéria. Nas palavras de Kardec [6],

As ciências ordinárias assentam nas propriedades da matéria, que se pode experimentar e manipular livremente; os fenômenos espíritas repousam na ação de inteligências dotadas de vontade própria e que nos provam a cada instante não se acharem subordinadas aos nossos caprichos. As observações não podem, portanto, ser feitas da mesma forma; requerem condições especiais e outro ponto de partida. Querer submetê-las aos processos comuns de investigação é estabelecer analogias que não existem. A Ciência propriamente dita, é, pois, como ciência, incompetente para se pronunciar na questão do Espiritismo. [...] Vedes, portanto, que o Espiritismo não é da alçada da Ciência.

Enquanto isso a física seguia com êxito na sua missão de desvendar os mistérios do universo material. Tal era a confiança nesse sucesso que no final do século XIX, existiam aqueles que acreditavam que não havia mais nada para ser descoberto e que o futuro da física estaria relegado apenas à obtenção de medidas mais precisas [7]. Mas não tardou até que essa mentalidade fosse mudada. A física do século XX experienciou uma nova revolução científica com o surgimento da Teoria da Relatividade e da Mecânica Quântica fazendo com que, uma vez mais, a nossa percepção a respeito do universo no qual vivemos tivesse que ser alterada.

## 5. O universo relativístico

Em 1905, Albert Einstein (1879 – 1955), um dos maiores físicos de todos os tempos e provavelmente o de maior popularidade hoje em dia, publicou quatro<sup>4</sup> trabalhos que revolucionaram a física. Em dois deles, hoje considerados como uma de suas mais importantes contribuições, Einstein formula a Teoria Especial da Relatividade que trata do movimento de objetos quando estes se encontram com velocidades muito altas, próximas à velocidade da luz (300.000 quilômetros por segundo). Neste regime efeitos bastante peculiares ocorrem que jamais são observados na nossa rotina diária, já que no nosso dia a dia a velocidade dos objetos que nos rodeiam (bolas de bilhar, automóveis, ou até mesmo aviões supersônicos) são muito menores que a velocidade da luz. Por exemplo, o tempo para um observador parado numa estação de trem passa mais rápido do que o tempo para um observador dentro de um trem que passa pela estação com uma velocidade constante próxima à da luz<sup>5</sup>. Esse efeito também ocorre se o trem que passa

---

<sup>4</sup> Nesse mesmo ano Einstein também publicou um trabalho, que lhe rendeu o prêmio Nobel anos mais tarde, onde o efeito fotoelétrico é explicado em termos dos “quanta” de luz no qual, sob certas circunstâncias, a luz se comporta não como uma onda mas como uma partícula. Num outro trabalho ele tratou do movimento irregular de partículas em suspensão em um líquido, chamado movimento browniano.

<sup>5</sup> Obviamente este trem não existe na vida real, mas esse exemplo ilustra o fato de que o intervalo de tempo entre dois eventos sucessivos é diferente se medido por um observador que se encontra dentro do trem ou se é medido por um observador na estação.

pela estação tem uma velocidade de, digamos, 60 quilômetros por hora, só que nesse caso, não existe relógio preciso o suficiente para detetar a diferença. Apesar de desafiar a nossa intuição, esses efeitos relativísticos são de fato observados em laboratório com experimentos envolvendo partículas com velocidades muito próximas à da luz.

Nesses trabalhos Einstein também conclui que nenhum objeto pode atingir velocidades maiores que a da luz, assim como deriva a famosa relação entre massa e energia  $E = mc^2$  revelando que a massa de um objeto é a medida da energia interna que ele contém. É importante que se diga que a Teoria Especial da Relatividade não invalida a mecânica newtoniana, a qual continua até hoje aplicável dentro do limite onde a velocidade dos objetos é bem menor que o da luz.

Em 1916, Einstein publica a Teoria Geral da Relatividade onde ele formula uma nova teoria da gravitação em que a atração entre dois objetos não é devida a uma força gravitacional entre elas, como ditava a teoria da gravitação de Newton, mas sim devida a deformações do espaço e do tempo causadas pelas massas desses objetos. Aqui de novo o nível genial de abstração de Einstein foi capaz de nos revelar um outro aspecto da natureza material que vai muito além daquele que nossos sentidos podem detetar em nossas experiências diárias. O espaço não é mais o palco estático onde os eventos do universo se desenrolam, mas tem uma estrutura fundamental que varia de acordo com a massa e a energia dos objetos nele contidos. Com sua teoria da gravitação Einstein previu que raios de luz se desviariam de sua trajetória retilínea caso passassem perto de um objeto com uma massa muito grande. Três anos mais tarde esta previsão foi confirmada quando esse desvio foi observado durante uma eclipse solar. Essa teoria também foi capaz de resolver o problema de uma pequena anomalia observada da órbita do planeta Mercúrio, a qual a teoria da gravitação de Newton não conseguia explicar.

## 6. O universo quântico

Paralelamente aos extraordinários desenvolvimentos trazidos pela Teoria da Relatividade, o início do século XX também viu as pesquisas em física mergulharem no mundo do átomo e das partículas sub-atômicas na tentativa de se entender os blocos básicos que compõe a matéria. Nessa época algumas propriedades atômicas de vários elementos químicos já eram conhecidas (embora ainda não entendidas), assim como o elétron e o núcleo atômico já haviam sido descobertos (em 1897 e 1911, respectivamente). Os trabalhos teóricos do físico alemão Max Planck (1858 – 1947), em 1900, explicando a radiação emitida por objetos incandescentes (como, por exemplo, o filamento de uma lâmpada acesa) e de Einstein, em 1905, explicando o efeito fotoelétrico, revelaram uma característica muito peculiar dos átomos e seus constituintes, em que estes só conseguem absorver ou emitir energia em quantidades específicas, chamadas de quantum (ou quanta no plural), em flagrante desacordo com a mecânica newtoniana. Tomemos como exemplo o comportamento de uma bola de bilhar ao receber uma tacada. Não há quem possa discordar do simples fato de que, quanto mais forte for a tacada (ou em outras palavras, quanto maior for a energia que o taco transfere para a bola), maior será a velocidade da bola (ou em outras palavras, maior será a energia cinética absorvida pela bola). Ou seja, qualquer que seja o valor da energia transferida pelo taco, o mesmo valor de energia será

absorvida pela bola, fato este que está de pleno acordo com os princípios da mecânica newtoniana. Entretanto, o átomo não parecia se comportar da mesma forma. O que as observações e os trabalhos teóricos de Planck e Einstein revelavam era que o átomo conseguia somente absorver (ou emitir) certos valores de energia, ou quanta, ignorando as “tacadas” que lhe transferissem outros valores de energia. Esse comportamento “quântico” do átomo não podia ser explicado pela mecânica de Newton. A gestação de uma nova mecânica, a mecânica quântica, estava iniciada.

Duas décadas se passaram até que novos conceitos teóricos que explicassem o estranho mundo do átomo pudessem se consolidar na formação do que hoje conhecemos como a mecânica quântica. Dentre esses conceitos os mais notáveis foram o primeiro modelo quântico do átomo, publicado em 1913 pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885 – 1962), o qual descreve com sucesso algumas propriedades do átomo de hidrogênio (o átomo mais simples que existe, formado de um núcleo atômico e um elétron), e a idéia revolucionária do francês Louis de Broglie (1892 – 1987), que em 1924 propõe que partículas sub-atômicas possuem propriedades ondulatórias. Um ano mais tarde, experiências envolvendo a colisão de elétrons em cristais de níquel confirmaram as propriedades ondulatórias do elétron. A física se deparava pela primeira vez com a natureza dualística da matéria, cujos componentes básicos, ora se nos apresentam como partículas, ora como ondas. Inspirado nas idéias de de Broglie, o austríaco Erwin Schrödinger (1887 – 1961) publica em 1926 a sua mecânica ondulatória contendo o formalismo matemático que se tornaria a base da mecânica quântica que hoje conhecemos. Esse formalismo permite descrever através das soluções da equação de Schrödinger, que é uma equação que descreve uma onda (similar àquelas usadas no estudo da luz ou do som), o comportamento de uma ou mais partículas se as forças que nelas agem e as condições iniciais a que elas foram submetidas são conhecidas. Aplicada ao átomo de hidrogênio, a equação de Schrödinger conseguia descrever com sucesso propriedades desse átomo que o modelo de Bohr falhava em explicar.

O papel que a equação de Schrödinger desempenha na mecânica quântica é o mesmo que o das equações de Newton desempenham na mecânica newtoniana (já discutido anteriormente na seção 3). Entretanto, suas soluções têm significados substancialmente diferentes. Enquanto que a solução das equações de Newton descreve a trajetória do corpo em estudo, fornecendo com ela a posição exata do corpo e sua velocidade em qualquer instante, a solução da equação de Schrödinger (também chamada de função de onda) está associada apenas com a probabilidade que a partícula tem de estar numa certa posição num certo instante. Como veremos a seguir, as implicações físicas e filosóficas dessa diferença são enormes.

A interpretação probabilística da função de onda requer uma reavaliação do significado de se fazer uma medida num sistema quântico. Por exemplo, suponha que uma partícula seja descrita por uma função de onda que, em qualquer instante, tem a mesma probabilidade (não nula) de estar em qualquer posição entre dois pontos, digamos, A e B e probabilidade nula de ser encontrada em qualquer outro lugar. Apesar da função de onda ser capaz de dizer quais as posições em que são mais ou menos prováveis de se encontrar a partícula (a probabilidade não precisa ser a mesma para todas as posições), a



sua posição só será determinada ao se fazer uma medida. Suponha que o experimentador ao realizar a medida descubra que ela está no ponto P (óbviamente localizado em algum lugar entre A e B). Uma pergunta pertinente que pode ser feita é: onde estava a partícula imediatamente antes da medida ter sido realizada? [8]. Duas possíveis respostas a essa pergunta refletem a divisão que surgiu na época com relação à interpretação de se fazer uma medida em mecânica quântica:

1. A partícula já estava na posição P e a medida feita pelo experimentador simplesmente confirmou este fato. Nesse caso, pode-se dizer que a mecânica quântica se mostra incapaz de prever com exatidão a real posição da partícula e, portanto, está incompleta. Algo mais seria necessário incorporar-se à teoria para que ela pudesse conter uma descrição completa da partícula. Einstein era defensor desta resposta. Ele se recusava a aceitar o caráter probabilístico da natureza e sua famosa frase “*Deus não joga com dados*” [9] ilustra a sua posição a esse respeito.
2. A partícula não estava em nenhum lugar específico, mas o ato da medida feita pelo experimentador a obrigou a se posicionar no ponto P. Essa era a posição defendida por Bohr, conhecida como a interpretação de Copenhague e que acabou se tornando a interpretação até hoje mais comumente aceita. Mas essa interpretação tem que explicar também o fato real e observado de que logo após a primeira medida, uma segunda medida da posição da partícula resulta novamente no mesmo valor P. Mas o que acontece com a função de onda, que antes da medida ter sido feita descrevia a partícula como podendo estar em qualquer posição entre A e B? Isso não significa que uma segunda medida poderia resultar em qualquer outra posição entre A e B? Segundo a interpretação de Copenhague, o ato da medida causa o colapso da função de onda ao valor medido. Isto é, após a medida, a função de onda passa a descrever a partícula com uma única possível posição onde ela pode estar: o ponto P.

Um outro aspecto bastante peculiar das partículas sub-atômicas nos foi revelado pelo alemão Werner Heisenberg (1901 – 1976). Ele descobriu que existe um princípio básico da física quântica que proíbe certos pares de observáveis físicas de serem medidas simultaneamente com a mesma precisão. Esse princípio é conhecido como o *princípio da incerteza*. Por exemplo, é impossível medir-se simultaneamente com a mesma precisão o momento (e portanto a velocidade) e a posição de uma partícula. A medida bastante precisa, digamos, da velocidade da partícula naturalmente introduz uma incerteza muito grande na medida de sua posição. Essa inevitável imprecisão não é de forma alguma devida à má qualidade do aparato ou à falta de cuidado do experimentador, mas sim à natureza intrínseca das partículas sub-atômicas.

A inabilidade que temos em saber com exatidão e ao mesmo tempo a velocidade e a posição de uma partícula inviabiliza completamente o conceito de trajetória em mecânica quântica. Se sabemos onde a partícula está, mas não sabemos qual a sua velocidade, fica impossível saber onde ela estará no futuro ou esteve no passado. A situação não melhora

se sabemos com exatidão a velocidade da partícula, pois aí perdemos o conhecimento de onde ela está, e conseqüentemente de onde ela esteve ou estará.

O determinismo que sempre permeou a mecânica clássica<sup>6</sup>, não mais pertence ao domínio da mecânica quântica. Teve que ser abandonada a visão determinística da mecânica clássica em que o universo funciona como uma máquina de grande precisão onde, uma vez conhecidas as condições iniciais que a puseram em funcionamento, o seu desenvolvimento futuro pode ser sempre determinado. No mundo sub-atômico, governado pelas leis da física quântica, uma vez conhecidas as condições iniciais de um sistema, o melhor que se pode determinar é a probabilidade que o sistema tem de no futuro se encontrar num dos seus vários possíveis estados.

Mas porque não vivenciamos esses efeitos quânticos no nosso dia a dia? Afinal ao largarmos uma pedra, esta sempre cairá numa trajetória bem definida, verticalmente em direção ao chão, e se a largarmos sempre do mesmo ponto, ela também cairá sempre no mesmo lugar. Porque na nossa interação diária com objetos materiais, esses efeitos probabilísticos da mecânica quântica não parecem se manifestar? A razão é que nós interagimos com objetos muito maiores do que as partículas sub-atômicas, e nesses objetos, os efeitos quânticos se tornam desprezivelmente pequenos. De fato, a mecânica quântica se reduz à mecânica clássica no limite em que o tamanho dos objetos do sistema em estudo se torna muito maior que o das partículas sub-atômicas.

## 7. Conclusões

Após essa breve incursão histórica aos principais desenvolvimentos da física nos últimos séculos, nos encontramos mais preparados para discutir se de fato existe alguma relação entre física quântica e Espiritismo. Como a história da física demonstra, as teorias da física desenvolvidas ao longo do tempo sempre dependeram de dois fatores primordiais: o nível de precisão dos dados experimentais ou observações disponíveis, e o contexto filosófico, político e religioso no qual os físicos estavam inseridos. Assim, a visão de Aristóteles e de todos os seus seguidores era perfeitamente compatível com os conceitos e o mundo observável a que eles tinham acesso. Com o nível de precisão bastante rudimentar dos dados astronômicos disponíveis na época e com os conceitos filosóficos e religiosos vigentes, seria impossível Aristóteles concluir que a Terra orbitava em torno do Sol ou que as órbitas dos planetas eram elípticas. Da mesma forma não é de se surpreender que Newton não concluiu que a força da gravidade é um efeito da curvatura do espaço na vizinhança de um corpo com massa, como Einstein o fez mais de dois séculos depois.

Um outro fato importante que a história nos ensina é que a física sempre se deteve ao estudo das coisas materiais, das partículas sub-atômicas até as galaxias. A realidade espiritual, com algumas poucas exceções discutidas na seção 4, nunca foi objeto de seus estudos, ficando sempre confinada aos textos religiosos ou filosóficos. Com o advento do Espiritismo no século XIX essa situação pouco mudou. A física que se faz hoje continua indiferente e muitas vezes até adversa à idéia de que existe uma parte espiritual da

---

<sup>6</sup> Com o advento da mecânica quântica, a mecânica newtoniana passou também a ser chamada de mecânica clássica.

natureza que interage com a matéria de acordo com leis naturais. Essas interações, embora tão antigas quanto a própria humanidade, continuam sendo descartadas pela comunidade científica como algo dignas de serem investigadas. Além do mais, infelizmente, fraudes nessa área existem e contribuem ainda mais para que essa mentalidade contrária ao estudo da fenomenologia espiritual persista.

Neste contexto fica fácil entender a razão pela qual pesquisas na área de física quântica (ou em qualquer outra área da física) e Espiritismo são muito difíceis de serem realizadas. Além das dificuldades experimentais, já discutidas na seção 4, o pesquisador que queira se aventurar nessa nova área do conhecimento certamente teria grandes dificuldades em obter recursos financeiros e o suporte logístico necessário para a condução dessas pesquisas. Como consequência, hoje pode-se dizer que não existe qualquer resultado científico que estabeleça alguma relação entre mecânica quântica e Espiritismo (ver também trabalhos incluídos nas referências [10], [11]). Mas infelizmente alguns autores insistem em estabelecer essa relação como se fosse uma verdade comprovada. Artigos dessa natureza, a menos que tenham um conteúdo de teor especulativo, prestam um desserviço à credibilidade dos veículos que os divulgam como também, e o que é pior, à própria doutrina Espírita.

Entretanto, é importante salientar que não existe uma separação entre o plano físico e o plano espiritual. Eles não são mundos totalmente disjuntos, mas sim manifestações diferentes de uma mesma realidade. Fenômenos mediúnicos de natureza física, como materialização e telecinese, invariavelmente terão que ser no futuro explicados pelas teorias da física vigente. Uma mesma lei de gravitação terá que explicar o fenômeno das mesas girantes e a órbita dos planetas. Similarmente, as mesmas leis físicas que governam as interações dos elementos básicos da matéria terão que explicar os fenômenos de materialização. Se a mecânica quântica ou a teoria da relatividade ou qualquer outra teoria da física moderna contém ou não os elementos necessários para descrever esses fenômenos, é algo que necessita ser submetido ao crivo de futuras investigações. O corpo da doutrina Espírita, por sua vez, encontra-se totalmente adequado aos desafios que quaisquer investigações científicas lhe sejam impostos, pois seus sólidos alicerces científicos formam a base de uma teoria Espírita que se enquadra perfeitamente dentro da visão moderna da epistemologia da ciência [12].

Porém, investigações no campo da física da interação espírito-matéria não são muito prováveis de ocorrerem num futuro muito próximo. O foco, a energia e os recursos da comunidade de física mundial continuam concentrados na solução de muitos problemas ainda não resolvidos e perguntas não respondidas no âmbito da matéria. Entretanto, não há dúvida de que a ciência, hoje predominantemente materialista, no futuro também se espiritualizará. A transformação moral e ética da humanidade e seu consequente amadurecimento espiritual substituirá o ceticismo extremado e os valores materialistas que reduzem o âmbito da Ciência por um ambiente científico propício e estimulante para que a fenomenologia do espírito possa ser incorporada aos seus programas de pesquisas. Em O Livro dos Espíritos, Kardec já precognizava [6],

Quando as crenças espíritas se houverem vulgarizado, quando estiverem aceitas pelas massas humanas (e, a julgar pela rapidez com que se propagam, esse tempo não vem longe), com elas se dará o que tem acontecido a todas as idéias novas que hão encontrado oposição: os sábios se renderão à evidência.

Essa talvez seja a próxima grande revolução científica que a humanidade irá vivenciar. Mas por enquanto o Espiritismo segue com sua sublime missão de guiar-nos para esse fim.

## 8. Referências

- [1] – COHEN, I. Bernard. **O Nascimento de uma nova física. De Copérnico a Newton.** EDART- São Paulo, 1967, p.15.
- [2] – MOTZ, Lloyd and WEAVER, Jefferson Hane. **The story of physics.** Avon Books, New York, 1989, p28.
- [3] – MORRISON, Michael A. **Understanding quantum physics. A user's manual.** Prentice Hall, New Jersey, 1990, p.5.
- [4] – MASSEI, Dilermando. **Século XIX – Um berço para a Doutrina dos Espíritos.** <http://www.grupoeade.com/berco.htm>
- [5] – RIBEIRO, Jose Eduardo Arantes. **Os Físicos do Século XIX e o Espiritualismo.** <http://www.grupoeade.com/seculo19.htm>
- [6] – KARDEC, Allan. **O Livro dos Espíritos.** FEB, Rio de Janeiro, 1944, 78ª edição, p.28-29.
- [7] – WEINBERG Steven. **Dreams of a final theory.** Pantheon Books, New York, 1992, p.13.
- [8] – GRIFFITHS, David J. **Introduction to Quantum Mechanics.** Prentice Hall, New Jersey, 1995, p.3.
- [9] – MARCH, Robert H. **Physics for Poets.** McGraw-Hill, New York, 1992, p.220.
- [10] – FONSECA, Alexandre A. **Física Quântica e Espiritismo I: um Alerta!**, <http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espirtismo/artigo831.html>;  
**Física Quântica e Espiritismo II: Comentando alguns Paradoxos**, <http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espirtismo/artigo852.html>
- [11] – CATALANO, Ana maria R. **A Ciência confirma o Espiritismo?**, <http://www.grupoeade.com/arquivos2/cienciade.pdf>
- [12] – CHIBENI, Silvio S. **O Paradigma Espirita**, <http://www.geocities.com/Athens/Academy/8482/paresp.html>