

Ensaio

Apropriação e descontextualização da Mecânica Quântica na Era da Pós-Verdade

Appropriation and decontextualization of Quantum Mechanics in the Post-Truth Era

Gabriela Bailas¹, Guilherme Vieira²

Assista ao vídeo produzido
pelos autores:



Link de acesso ao vídeo:
<https://youtu.be/hqla5Ba5Qz8>

Resumo

Neste ensaio abordaremos a descontextualização da Mecânica Quântica (ou Física Quântica) pelos chamados “curandeiros” da Nova Era. Nosso objetivo será explicar de maneira simples as origens da Mecânica Quântica e os perigos de descontextualizá-la. A Mecânica Quântica é um ramo na Física que estuda sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica (como, por exemplo, moléculas, elétrons e outras partículas subatômicas). Entretanto, muitas vezes a Mecânica Quântica descreve fenômenos macroscópicos em diversos casos. Tal Ciência não possui relação direta com cura de doenças, meditação e todo tipo de técnicas que tenham relação com o bem estar. Chamamos também a atenção para o fato de que atualmente a nossa educação argumentativa e científica é muito baixa ou nula, promovendo assim a difusão das pseudociências. Este ensaio não busca uma conclusão final, mas busca chamar atenção para os reais perigos destas práticas de curandeirismo que podem causar danos irreversíveis para as pessoas que as seguem. É importante mencionar que não julgamos ou questionamos a fé e a crença de ninguém. Nos tempos atuais tais técnicas alternativas ganham cada vez mais espaço devido às redes sociais e à internet, porém, devemos trabalhar para que a Física não seja difundida de maneira equivocada.

Palavras-chave: Física; Mecânica Quântica; Terapias Complementares; Cura Quântica.

Abstract

In this essay we will focus on the decontextualization of Quantum Mechanics (or Quantum Physics) by the so-called “healers” of the New Age. Our aim will be to explain in a simple way the origins of Quantum Mechanics and the dangers of its decontextualization. Quantum Mechanics is a branch of Physics. Such Science has no direct relationship with curing diseases, meditation and all kinds of well-being techniques. We also draw attention to the fact that currently our argumentative and scientific education is very low or nonexistent, thus promoting the spread of pseudosciences. This essay does not seek a final conclusion, but seeks to draw attention to the real dangers of these healing practices that can cause irreversible damage to the people who follow them. It is important to mention that we do not judge or question anyone’s faith and belief. Nowadays, such alternative techniques are gaining more and more space due to the diffusion of social networks and the internet, but we must work so that Physics is not diffused in the wrong way.

Keywords: Physics; Quantum Mechanics; Complementary Therapies; Quantum healing.

¹ Doutora em Física, KEK, Tsukuba, Japão (gabrielabailas@gmail.com).

² Mestre em Física, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Rio de Janeiro, RJ, Brasil (guilhermewells@gmail.com).

Introdução

É de conhecimento geral que para se discutir Física, números são necessários. Aqueles que estão um pouco mais atentos à vida diária de um físico não diriam “números”, mas “letras”. Nossa matemática algébrica é feita pelo uso de símbolos para exprimir ideias, tendências, comportamentos e valores do mundo real. Mas essa é apenas parte da verdade. Isso vale em peso quando estamos considerando Física teórica analítica, que, pelo último século, ficou famosa devido à grandes nomes como Einstein, Bohr e Schrödinger. Não à toa, são eles pilares da Mecânica Quântica. Mas a realidade é mais complexa.

A Mecânica Quântica é uma área em desenvolvimento há mais de um século, encontra-se em plena aplicabilidade técnica no nosso dia-a-dia. Não é, há muito tempo, algo tão sombrio quanto algumas obras de divulgação científica sugerem. E por isso, por ser tão aplicável, em tempos hodiernos, a trabalhamos muito além do conceito algébrico abstrato. Usamos seus conceitos em laboratórios onde dados numéricos são colhidos, números palpáveis, números reais, literalmente. Ainda se perquire seus fundamentos, sobre experiências que ainda remetem à ideia do famoso experimento da fenda dupla, a ser abordado aqui em breve. Inúmeros aspirantes a estudantes de Física almejam pesquisar alguma área que envolva Mecânica Quântica na vida e a realidade é: praticamente não existe hoje área na Física sem ela, mesmo que ínfima, em tempos contemporâneos.

“Física Moderna” é o termo utilizado para denominar a época em que se inserem tanto a Mecânica Quântica como a Teoria da Relatividade, porém, é preciso lembrar que o “moderna” remete a algo iniciado há 120 anos e com grandes resultados já há 80 anos. E o fato de não aprendermos na escola não significa que ela

ainda seja muito nova para ser estudada, mas sim uma dificuldade técnica em transmitir para o nível médio esse conteúdo, tal como adaptar esses conhecimentos à realidade da estrutura do ensino brasileiro. Em um mundo tão dependente da tecnologia embasada na Física Moderna, inclusive em aparelhos de diagnóstico médicos, é importante discutir a inclusão desses conhecimentos no ensino escolar e no saber diário das pessoas; bem como se vale mais ensinar múltiplas configurações de polias, planos inclinados e blocos ou localizar a ciência na realidade de quem está aprendendo sobre ela. Isso é importante no sentido de que na ausência de uma fonte confiável, como a escola, passando esse conhecimento, outros podem tomar o lugar, e não necessariamente com domínio e discernimento sobre o tema, ou mesmo, se utilizar de fragmentos desse conhecimento para descontextualizar em proveito próprio.

Em muitos aspectos “conhecimento é poder” e o conhecimento da Física não foge à regra. Há um número crescente de abordagens que se utilizam do termo “quântico” para passar credibilidade. Interpretações equivocadas de experimentos, extrapolação de resultados básicos, apropriação de conceitos da Física para aplicação em práticas religiosas e a lista é crescente.

Uma grande parcela da população não teve qualquer introdução própria à Mecânica Quântica durante o ensino médio e/ou fundamental, que é praticamente o único canal oficial de propagação desse tipo de conhecimento. Essa é uma falha muito grave que precisa ser discutida e resolvida. Imagine que no momento de estudar História na escola, fosse escolhido não abordar a Era Vargas e Ditadura de 64 por falta de tempo no currículo. Já com ambos os temas históricos sendo ensinados há muita desinformação orbitando e circulando nas redes sociais. Não é muito diferente com a Física. Importante reflexão.

Pessoas inescrupulosas se utilizam de termos “técnicos” desconhecidos para ludibriar ou corroborar suas práticas para o público alvo. Por meio do uso de argumentos falaciosos, como o apelo a uma autoridade, geralmente inexistente por si só, buscam justificar e dar credibilidade aos seus pensamentos. Dentre essas diversas abordagens tendenciosas, um conceito que está dentro de um experimento específico da Física, vira justificativa para que a mente humana possa ter poderes capazes de alterar a realidade, em vários níveis de surrealismo. Se certos malfeitores utilizam dessa ponte (inventada) entre a Física e a vivência humana para vender ideias, literalmente, que podem colocar em risco eminentemente pessoas que sofrem de transtornos psiquiátricos graves. Alguns prometem curar até mesmo o câncer, de qualquer tipo, apenas com esse poder oculto que o ser humano possui, embasando-se na parte que convém, maliciosamente, das descobertas da Mecânica Quântica, quando, na realidade, são bem estabelecidas há mais de meio século e não corroboram essas interpretações. A manipulação criminosamente dos conhecimentos científicos, é um perigo silencioso ainda não muito explorado pois, na era da informação, há desinformação de todos os tipos por todos os lugares tornando-se difícil verificar e garantir que todas sejam bem avaliadas.

A reflexão em questão apresentará inicialmente uma introdução ao que é realmente a Mecânica Quântica, em uma visão simplificada, mas abrangente o suficiente para que um leigo consiga compreender os aspectos importantes da Física. No segundo momento, abordaremos temas reais utilizados de forma equivocada. Por derradeiro, serão abordados também os usos indevidos dos termos “quânticos”, sejam em questões equivocadas, sejam em usos que demonstram a irresponsabilidade dos propagadores de informação com a saúde alheia e, talvez,

usos que beiram ao puro charlatanismo passível de análise jurídica.

Terapias Alternativas e a Mecânica Quântica

Pseudociência

Podemos encontrar na Internet informações sobre todo e qualquer assunto, porém, isto nem sempre é algo construtivo. Muitos conteúdos que parecem baseados em fatos científicos, na verdade podem distorcer a informação técnica e estatística e fazer com que o público leigo acredite nas chamadas “pseudociências”.

As pseudociências são saberes que se dizem ligados à Ciência, que buscam receber uma validação científica, porém, não podem ser testadas pelo método científico. Isto é, hipótese, experimento e comprovação, basicamente. As pseudociências usam e abusam dos jargões científicos e, em geral, a única prova de que elas funcionam é o testemunho dos usuários. Esses usuários podem ser pessoas que viveram há milênios ou o seu vizinho. A utilização desses termos funciona como uma falácia de apropriação de autoridade. Uma aparente autoridade presente em termos complexos ou que remetem a algo popularmente conhecido de Ciência. O conhecimento científico abarcado pela palavra “Frequência” é um exemplo, você o encontra na Engenharia, na Física e muitos outros lugares, inclusive em manuais dessas pseudociências, pois lhes garantem um pertencimento a esse grupo científico. O público, sem ter o conhecimento para discernir o que é e o que não é científico, é pego inevitavelmente nessas ideias. Para que as pseudociências não enganem o público, é essencial que a população seja educada cientificamente (o que, infelizmente, não ocorre). E, em Física, essa questão é ainda mais expressiva.

O conteúdo aprendido na escola relativo à Física remete à Ciência de quando o Brasil ainda era uma monarquia, ou seja, a Física Clássica. Enquanto isso, o mundo hoje é movido pela Física Moderna, que já é centenária.

A batalha contra as pseudociências é árdua, o público tende a se interessar mais pelo que é “místico e oculto” do que pelo que é científico. Talvez seja muito mais fácil acreditar em um mundo de fantasia e curas energéticas do que na verdade nua e crua que a Ciência proporciona. As pseudociências, no geral, oferecem respostas para todas as perguntas existentes na humanidade, enquanto a ciência, geralmente, oferece a verdade, que é a falta de explicações para determinados fatos que acontecem ao nosso redor.

Argumento Científico versus Opinião

Hoje em dia, se procurarmos na Internet por qualquer uma das chamadas Práticas Integrativas e Complementares (PICS)¹ e, inserimos o termo “Quântica” ao lado, iremos encontrar alguma explicação desconexa de como essa técnica funciona de acordo com a Física, mais especificamente de acordo com a “Quântica”. É interessante ainda notar que nesse caso é muito nomeada como “Física Quântica”, termo com muito menos uso no campo da Física do que “Mecânica Quântica”. Muitos se utilizam de uma ideia de paralelismos e analogias assumidas como equivalentes, quando na realidade não há nenhuma, de acordo com qualquer pesquisa científica. Neste artigo, não citaremos sites com exemplos, pois, o intuito não é promover ataques contra os mesmos, visto que muitos deles apenas replicam o que aprendem com outros, uma segunda camada do erro. A desinformação científica é complexa de combater pelo mesmo motivo das *fake news*. Às vezes há um emissor de grande alcance desconhecido daqueles que poderiam averiguar. E, assim que a informação

é lançada, outros se tornam os emissores e essa teia prossegue. Os autores desses artigos não-científicos, publicados em sites aleatórios e vídeos, em sua maioria, não possuem qualquer tipo de formação científica e/ou conhecimento de Física. Ao lermos tais artigos não-científicos encontramos uma grande distorção e descontextualização dos conceitos científicos. “Descontextualização” é um termo importante de usar, pois, é possível perceber nos argumentos fragmentos de conhecimentos que existem no meio da Física. Dessa forma, dificulta ainda mais ao leigo, pois, um termo dito por uma fonte dessas, estará presente em fontes confiáveis relativo a algo real na Física. Não existe um manual simples de como separar. Apenas, talvez, um bom senso crítico de consumo de informação, do que é prometido e da formação do emissor.

Antes de adentrarmos ainda mais no óbvio, vale ressaltar a importância de entendermos claramente a diferença entre “argumento científico” e “opinião”. Infelizmente, parte da população possui uma precária educação argumentativa e confunde discussão científica com briga, inveja, falta de educação, entre outros. Além disso, encontramos em diversos meios de comunicação assuntos científicos sendo tratados como “opinião”. Não é raro um jornal publicar na coluna de opinião perguntas como “Você acredita na Teoria da Evolução?” ao lado de questionamentos ao estilo “Você acha que roupas azuis devem ser utilizadas no verão?” Esse tipo de exemplo demonstra que não estamos em uma sociedade que é preparada para discutir através da argumentação científica. Não podemos colocar no mesmo patamar assuntos que possuem décadas de pesquisas científicas e perguntas que dependem da sua percepção pessoal. A Ciência não é baseada em opiniões ou crenças, a Ciência precisa ser construída através de pesquisas com hipóteses, experimentação e confirmação.

Destacamos que essa não diferenciação entre opinião e argumento científico ajuda na consolidação das pseudociências.

Devemos ter em mente que a construção científica formal está presa no âmbito do trabalho do cientista, a quem cabe divulgá-la para o público leigo de forma adaptada à simplicidade. Comunicar Ciência pede uma simplificação, essa, inevitavelmente, esconde parte do rigor e trabalho por trás. Quando se coloca um assunto científico simplificado lado a lado a um assunto não científico, que já está no seu limite de rigor nessa escrita, como o público irá diferenciar qual é científico? É inevitável comentar análises de fósseis de forma simples, falando sobre comparações básicas, pois é impossível em um artigo para o público geral destacar técnicas de datação, como a do Carbono-14, análises de solo, orientação dos fósseis, medidas micrométricas das suas dimensões. Portanto é importante lembrar ao público que essa é uma versão simplificada do trabalho pesado por trás de qualquer pesquisa. Tal versão simplificada, não é equivalente a uma argumentação hipotética baseada nas percepções de vida enviesadas de pessoas sem compromisso claro em admitir falseabilidade e previsões de um modelo.

Descontextualização da Mecânica Quântica (ou Física Quântica)

Para que uma pseudociência possa gerar lucro financeiro, ela precisa se apoiar em algo ou alguém. E aqui entramos na descontextualização da Física. Atualmente, a maioria das pseudociências usa a Mecânica Quântica como suporte para seus discursos. Infelizmente, algumas pessoas que utilizam a Física de maneira incoerente são graduadas em Física e/ou outras áreas científicas. Entretanto, tais “diplomados” raramente produziram pesquisa relevante dentro dos seus respectivos campos de atuação.

Ou seja, será que ainda podemos chamar essas pessoas de cientistas? Para isso, deveríamos definir o que é um cientista, mas esse não é o ponto da nossa discussão. Aqui, iremos chamar esse grupo de pessoas de “pseudocientistas”.

O cidadão comum já está cansado de promessas vazias de cura, logo eles buscam algo mais concreto ou que possua “provas”. Sendo assim, os pseudocientistas entram em ação utilizando argumentos “científicos” para que sua promessa de cura seja respaldada. Muitos desses, por alguma razão, ganharam fama e prestígio no mundo dos amantes do “místico” tornando-se referências. Muitos viajam o mundo palestrando, escrevem livros, “curando” pessoas e ensinam sobre “energias” e “vibrações”. Como possuem um diploma, um grande número de discípulos acreditam no que eles falam. Aqui, citamos um dos grandes argumentos falaciosos que é o “apelo à autoridade”. O público cria uma falsa correlação entre diploma e verdade. Após cair nas graças do público, os pseudocientistas estão livres para prometer e vender as tais “curas milagrosas”. Nessas práticas, não só a Física é descontextualizada, mas a ciência de forma geral, incluindo a Química, a Biologia e a Matemática.

A Mecânica Quântica é descontextualizada em muitos aspectos, como por exemplo, quando os pseudocientistas afirmam que tudo é “energia” e “vibração” e começam a ensinar como sua mente deve “vibrar” para que você alcance seus objetivos. Caso você não consiga o que deseja, a conclusão é simples: você não vibrou corretamente! Todas as coisas que você não conseguir se devem única e exclusivamente ao fato de você não ter feito exatamente o que foi dito. Dessa maneira, os chamados pseudocientistas se eximem da responsabilidade de suas técnicas não surtirem efeito. Entretanto, esses “curandeiros” já existem desde os tempos

medievais (ou até mesmo antes). A diferença é que hoje em dia, com o avanço da tecnologia eles ganham um espaço muito maior na Internet e atingem um número muito alto de seguidores.

Essas práticas pseudocientíficas são extremamente perigosas para a sociedade, especialmente para as pessoas que estão passando por tratamentos de doenças. Alguns pacientes decidem abandonar os tratamentos convencionais optando por tratamentos alternativos. Tais tratamentos alternativos podem dobrar o risco de morte.² É importante salientarmos que não desaprovamos tratamentos alternativos, mas desde que utilizados como um complemento do tratamento convencional.

As terapias alternativas, em muitos momentos, utilizam-se de conclusões encontradas em artigos científicos, mas é importante lembrar que existem artigos científicos que não tem credibilidade na comunidade científica. O mais importante sempre é levarmos em conta as revisões sistemáticas,³ que irão avaliar um grande número de artigos, para que possamos chegar em uma conclusão mais ampla. Apenas um artigo, não faz com que cheguemos em uma conclusão válida.

Existem muitos pontos importantes para serem avaliados quando falamos sobre estudos científicos, artigos, pesquisas. Neste ensaio, infelizmente, não poderemos abordar todos. Aqui, o importante é que o leitor tenha claro que a Mecânica Quântica não possui relação com curas e terapias alternativas que irão curar o seu corpo de alguma doença. A Mecânica Quântica possui aplicações na medicina, porém, esta está inserida em aparelhos de raio-x, radioterapia, protonterapia, nanotecnologia, entre outros. Lembre-se que a sua mente não irá fazer com que um câncer desapareça do seu corpo. Nas próximas seções, gostaríamos de explicar o que é a Mecânica Quântica, mas não se preocupe, o texto é

escrito para que todos possam entender.

Definindo a Mecânica Quântica

O primeiro passo para começarmos a entender, em termos da Física, o que é Mecânica Quântica é entender seu nome. “Mecânica” é a parte da Física que estuda os movimentos como o fenômeno principal. A palavra termodinâmica indica também o estudo do movimento, pois possui o elemento “dinâmica”, porém não as equações que ditam o movimento dos componentes em si, pois são trabalhados fatores como, por exemplo, “pressão”, “temperatura”. A Mecânica foi desenvolvida para entender a colisão de corpos, movimentos de planetas, onde o movimento por si próprio descreve o fenômeno. A Quântica está relacionada ao princípio fundamental que a diferencia do entendimento anterior da mecânica. “Quantum” foi o termo utilizado para descrever as partículas de luz,⁴ um termo em latim para caracterizar uma quantidade de algo. Então, no contexto dos anos de 1900, a luz, que até então era vista como um objeto ondulatório espalhado pelo espaço, se propagando, foi, pela Mecânica Quântica, interpretada como uma partícula, algo que possui uma dinâmica, algo que pode ser interpretado por uma Mecânica!

Max Planck estava a estudar o espectro de irradiação de um corpo negro. Corpo negro, é, idealmente, um corpo que pode emitir mas não reflete luz. Esse espectro possui uma curva de gráfico, de acordo com as frequências de luz, bem característica. E o desafio teórico era propor um mecanismo para explicar essa curva no gráfico. Max Planck conseguiu chegar em uma expressão correspondente ao gráfico experimental⁵ mas em outro artigo mostrou como fez isso, talvez à contragosto. Ele precisou admitir o absurdo, até então, de que a luz era formada por partículas e de energia, quantidades particionadas, relacionadas a um valor constante muito pequeno, que depois

ficou conhecido como a “constante de Planck”. A luz já era muito conhecida como uma onda por seus fenômenos ópticos, como a difração. Imaginar que ela seria um amontoado de partículas era complicado, ainda mais que essas partículas não eram realmente sentidas. A eletrodinâmica havia acabado de ser estabelecida por Michael Faraday e James Maxwell, e nela a luz era um fenômeno puramente ondulatório. Para completar, pouco antes, Hertz havia produzido ondas eletromagnéticas, ou seja, luz, em laboratório. Esse resultado de Planck parecia o contrário de tudo. Porém, é importante hoje notarmos que nessa época não havia sequer uma ideia concreta do que era a matéria. Ondas sonoras são ondas, mas no fim também são um conjunto de partículas que compõem a atmosfera e pelos fenômenos ondulatórios produzem o que nós conhecemos como som.

Demoraram 5 anos para que essa hipótese de Planck realmente tomasse uma posição de destaque. Em 1905, Albert Einstein, até então um jovem desconhecido, publicou diversos artigos, dentre eles um que explicava um outro fenômeno conhecido como Efeito Fotoelétrico,⁶ utilizando a mesma hipótese de Planck de que a luz era formada por essas pequenas partículas. Muitos anos depois essa explicação renderia um Nobel para ele, mas o importante foi que ela fundamentou uma base para que essa suposição de luz quantizada fosse levada a sério como uma construção real da Física.

O contexto da época era o de entender, por exemplo, o que era a matéria, entender o que era um átomo, qual sua forma, o que era a carga elétrica. O que formava tudo. Nessa época, outros experimentos estavam compreendendo a existência do átomo e de seu formato, como algo que concentrava partículas positivas eletricamente no centro e negativas ao seu redor.⁷ Porém, a cada avanço científico outros desafios surgem. Os experimentos propunham que esse

modelo necessitava de uma explicação teórica sobre como esse tipo de átomo proposto poderia existir. Pelos conhecimentos da mecânica clássica e eletromagnetismo, um elétron orbitando um núcleo positivo deveria perder energia até “cair” no centro. O que não ocorria, pois os átomos eram muito estáveis. Mais uma vez então a hipótese quântica foi utilizada. Bohr propôs que as órbitas de um átomo de hidrogênio, o átomo mais simples, eram definidas por valores discretos, ou seja, valores quantizados.⁸ O elétron não poderia então ficar ao redor do núcleo, formado por um próton, de qualquer maneira, ele precisava seguir regras específicas de acordo com esses valores quantizados, particionados de acordo com um número. As energias relativas a esse elétron ao redor do núcleo seriam múltiplas de um valor inicial, de acordo com esse número variável. Para completar então a complexidade, De Broglie⁹ propôs que se a luz que pensávamos ser uma onda poderia ser uma partícula, o oposto poderia também funcionar. Sugeriu, então, que elétrons pudessem ter um valor oscilatório associado, isto é, uma frequência.¹⁰ Essa comprovação levou a uma idealização que quebraria os conceitos antes conhecidos de o que é uma partícula e o que é uma onda. Não que algo estivesse errado, mas a interpretação humana estava limitada aos modelos clássicos. Dentro dessa aparente dualidade, na época, foi feito o experimento famoso que é extremamente utilizado, nos dias atuais, de forma completamente falsa, para justificar a maioria das pseudociências que buscam credibilidade se embasando na Mecânica Quântica, trata-se do experimento de fenda dupla de Young.

O Experimento da Fenda Dupla

O memorável experimento da fenda dupla é conhecido na Mecânica Quântica por ter confundido todo mundo no entender se a luz e elétrons

seriam ondas ou partículas. O experimento em si trata de uma feixe incidente sobre uma parede possuindo duas fendas, de ordem de grandeza equivalente à do feixe. Uma onda ao passar por uma fenda sofre o efeito de difração. Para entender, imagine que ondas planas, linhas retas paralelas à parede, se propaguem até chegarem a uma fenda simples. Essa onda ultrapassará a fenda, porém a onda que sairá do outro lado já não será a mesma. Ela sairá propagante da fenda de forma radial em relação à fenda, já não mais paralela à parede que interferiu. Você pode perceber isso tranquilamente em casa ao ter um feixe de luz passando pela sua cortina bem fechada e esse feixe iluminando uma região mais larga que a própria fenda em si.

Uma onda possui, pela sua construção matemática, oscilações que levam a pontos de mínimo e máximo equivalentes, as cristas e os vales, oscilando a uma linha de equilíbrio. Quando duas ondas interferem, ou seja, se “tocam” esses valores em cada ponto são somados. Então, se uma crista se encontra com outra, essa interação levará a um ponto maior que ela, o mesmo ocorre se vales se encontrarem mas na direção oposta. Porém, se uma crista se encontra com um vale de outra onda, teremos que essa soma de amplitudes dará zero. Uma interferência totalmente destrutiva. Se estivermos pensando na luz como uma onda, esse ponto será um ponto escuro na propagação.

A fenda dupla serve para que as interações descritas anteriormente ocorram com as ondas difratadas. Quando o feixe passa pelas duas fendas, as duas propagações circulares das fendas, muito próximas uma da outra, se cruzam, tendo vários pontos de interferência que levam a pontos máximos, mínimos e nulos de oscilação resultante. Esses pontos se mantêm durante a propagação até uma eventual parede onde essas ondas difratadas deixarão um padrão, no

caso da luz, luminoso. Esse é um fenômeno baseado no princípio de que o que está sendo tratado são ondas. Um fenômeno ondulatório.

Esse é um experimento que indica como era estranho o elétron ser visto como uma onda. Dessa feita, o padrão de difração dupla foi observado. Porém, o estranhamento se deu quando o padrão foi observado quando o elétron foi emitido partícula a partícula. Era incomum entender como isso era possível se já não era um fenômeno ondulatório, como, a princípio, tratavam-se de “tiros”. Para entender melhor como isso se dava, foi posto um detector nas fendas para ser verificado se o elétron se comportava como uma onda. Cada elétron deveria passar por apenas uma das fendas, e não nas duas, como no caso de um feixe ondulatório. Ao tentar medir por onde ele passava, a surpresa foi a de que ele se comportou como partícula, e o padrão na parede de dupla difração de ondas sumia, aparecia apenas um espectro esperado de partícula. Dessa conclusão, aparentemente paradoxal experimental, surgiu essa questão em debate sobre a natureza das partículas. Em resumo: se incidirmos um feixe, é visto um comportamento ondulatório na parede final, se em vez de um feixe, controlarmos partícula a partícula emitida, também é observado o comportamento ondulatório, porém se tentamos observar cada elétron, para saber por onde eles estão passando, observamos o padrão de partículas na parede. Medimos aquilo que esperamos medir, pois interferimos demais no experimento. É importante ressaltar também que desse resultado surgem quase todas as pseudociências que alegam que nossa mente pode alterar a realidade. No experimento, o termo “observador” refere-se ao aparelho que mede se a partícula passa por uma fenda ou por outra, mas é comum o engano de achar que esse “observador” é um ser humano olhando, quando na verdade

é um sensor eletrônico, capaz de medir a passagem de algo por ele. A presença do aparelho de medição afeta o que entendemos como Estado da partícula, o que a faz se comportar como uma onda ou como uma partícula no experimento, mas isso não se deve a qualquer efeito místico ou mental relativo à vontade do experimentador, inclusive a que se considerar que esse tipo de experimento, hoje em dia, pode ser reproduzido sem a presença de um humano.

O efeito confuso sobre a dualidade onda-partícula está relacionado ao fato de que o aparelho de medição, para um fenômeno quântico sensível como o estudado, causa uma interferência muito grande no experimento em si. É importante lembrar que medir é interferir com algo. Os dados obtidos em uma medição sempre são produzidos a partir de uma interferência no experimento, que idealmente deve ser minimizada, mas isso é complicado nesse caso, por enquanto. É muito importante frisar essa questão técnica e, nem um pouco mística ou mental, desse processo e retirar a ideia de “poder da mente alterando realidade”, pois essa única conexão feita não existe, exceto por alguma má interpretação gramatical.

O experimento da fenda dupla até hoje levanta muitas questões sobre a natureza da matéria, sobre como ela realmente é. Porém, como ocorre essa interferência é importante frisar que a Mecânica Quântica não está parada nisso. Na realidade, ela nunca deixou de avançar. Para algumas partes da Física, esse assunto já está encerrado, a exemplo da Teoria Quântica de Campos, pois essas se desconectam da necessidade da Física Clássica em falar em ondas e partícula, quando, na verdade, vemos novas entidades físicas que se comportam dessa forma específica, uma partícula quântica, uma partícula que começa a sofrer os conhecidos efeitos quando suas escalas energéticas estão equiparadas aos valores da constante que Max Planck

há mais de um século encontrou. Ainda assim, muito foi desenvolvido na álgebra. Modelagens matemáticas posteriores conseguiram fazer todos esses experimentos serem confirmados e outros resultados, como o tunelamento quântico, serem previstos e posteriormente comprovados. Os resultados obtidos são previstos com álgebra, com equações, com dados e gráficos. A discussão se dá no campo dos números e equações, não no das opiniões puras em imaginar puramente o que ocorre nos experimentos. Tão eficazes as ferramentas matemáticas que conseguimos descrever perfeitamente o átomo de hidrogênio por meio da Mecânica Quântica, utilizando a famosa Equação de Schrödinger, entender o funcionamento dos *spins* atômicos, desenvolver tecnologia presente em todos os processadores de computadores e celulares que possuímos. O experimento da fenda dupla ainda gera debates extremamente conceituais da natureza da interação das partículas quânticas, mas a Mecânica Quântica em si avança a todo vapor desde sua criação, sendo hoje a base da tecnologia de ponta mundial. Pois é aplicável, mensurável e confiável.

Considerações finais

O problema exposto só pode ser resolvido através das mesmas soluções indicadas para o combate às *fake news*, notícias falsas: sapiência, instrução e cultura argumentativa. É importante que a sociedade Física tome posicionamento sobre isso e não veja apenas como algo inofensivo escondido pela Internet. Os cientistas também não podem mais ficar escondidos e devem comunicar-se de maneira mais clara e objetiva com a sociedade. Também é interessante discutir a introdução de temas modernos no currículo escolar de Física, como forma de garantir aos futuros alunos mais autonomia na promoção do

conhecimento que constrói o mundo de hoje. Se a escola se propõe a preparar jovens para a vida, esse tema é necessário, pois, a nossa tecnologia dominante hoje é quântica. Não importa se o automóvel atual ainda se movimenta com queima de combustível, os *chips* presentes nele funcionam todos com base na já velha Física Moderna. Não é possível ter uma sociedade saudável e ignorante sobre a realidade que a cerca.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse, em relação ao presente estudo.

Referências

01. Brasil. Ministério da Saúde. Práticas Integrativas e Complementares (PICS): quais são e para que servem [internet]. [acesso em 30 mar 2020]. Disponível em: <https://saude.gov.br/saude-de-a-z/praticas-integrativas-e-complementares>.
02. Johnson SB, Park HS, Gross CP, Yu JB. Complementary Medicine, Refusal of Conventional Cancer Therapy, and Survival Among Patients With Curable Cancers. *JAMA Oncol*. 2018;4(10):1375–1381.
03. Coronado-Montoya S, Levis AW, Kwakkenbos L, Steele RJ, Turner EH, Thombs BD. Reporting of Positive Results in Randomized Controlled Trials of Mindfulness-Based Mental Health Interventions. *PLoS ONE*[internet]. 2016 [acesso em 30 mar 2020];11(4): e0153220. Disponível em <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0153220>.
04. Born M, Heisenberg W, Jordan P. Zur Quantenmechanik. II. *Z. Physik*[internet]. 1926[acesso em 30 mar 2020]; (35): 557–615. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01379806>.
05. Planck M. On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum. *Ann. Phys*. 1900; (309)3: 553–6.
06. Einstein A. On a Heuristic Viewpoint Concerning the Production and Transformation of Light. *Annalen der Physik*[internet]. 1905 [acesso em 30 mar 2020];(17):132-148. Disponível em: https://www.pitt.edu/~jdnorton/lectures/Rotman_Summer_School_2013/Einstein_1905_docs/Einstein_Light_Quantum_WikiSource.pdf.
07. Rutherford E, Nuttal JM. Scattering of α -Particles by Gases. *Philosophical Magazine*[internet]. 1913 [acesso em 30 mar 2020]; 26 (154): 702–712. Disponível em: <https://web.mit.edu/8.13/8.13c/references-fall/rutherford/rutherford-scattering-of-alpha-and-beta-particles.pdf>.
08. Bohr N. On the constitution of atoms and molecules, The London, Edinburgh, and Dublin. *Philosophical Magazine and Journal of Science*[internet]. 1913 [acesso em 30 mar 2020];(26):151:1-25. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786441308634955>.
09. Broglie LV de. Researches on the quantum theory. *Ann. de Physique*. 1924;(10)3:22.
10. Davisson CJ, Germer LH. Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1928;14(4): 317–322.