

Investigações sobre as possibilidades de reconhecer apropriações indevidas da Mecânica Quântica: o papel da divulgação científica

Investigations into the possibilities of recognizing misappropriations of Quantum Mechanics: the role of scientific dissemination

Rafaelle Da Silva Souza^{*1}, Styves Barros Miranda²

¹Instituto Federal da Bahia, Departamento de Física, Salvador, BA, Brasil.

²Instituto Federal da Bahia, Seabra, BA, Brasil.

Recebido em 14 de fevereiro de 2022. Revisado em 14 de abril de 2022. Aceito em 16 de maio de 2022.

O objetivo deste artigo é discutir as potencialidades da implementação de estratégias para apresentar a Mecânica Quântica (MQ) de forma acessível e capaz de sustentar uma argumentação contrária às pseudociências. O campo de estudo foi a Chapada Diamantina – BA, mas estendeu-se para outras regiões por meio de medidas de divulgação científica com produção de conteúdo para o *Instagram* e confecção de uma cartilha digital. A cartilha foi divulgada no ambiente web e também utilizada para levantamento de concepções de participantes convidados por meio de questionário. Conclui-se, dos resultados da pesquisa, que, dentro das diversas possibilidades quanto a incentivos para a educação científica na área da MQ, uma que se apresenta relevante é a exposição dos perigos da descontextualização e merece grande atenção dos pesquisadores desse campo de conhecimento. Na atualidade, todo tipo de informação circula na sociedade, inclusive por meio das redes sociais e *internet*, portanto, é preciso ocupar esses espaços para difundi-la com argumentos e linguagens alinhadas ao entendimento científico atual. Nesse sentido, os produtos da pesquisa são exemplos relevantes pois, além de apresentarem alguns dos principais conceitos fundamentais, expõem o que de fato é estudado pela teoria, afastando interpretações equivocadas ou mal intencionadas da MQ.

Palavras-chave: Mecânica Quântica, Charlatanismo Quântico, Educação Científica.

The objective of this article is to discuss the potential of implementing strategies to present Quantum Mechanics (QM) in an accessible way, weighted by scientific data and capable of sustaining an argument against pseudosciences. The field of study was Chapada Diamantina – BA, but it was extended to other regions through scientific dissemination measures with the production of content for Instagram and the creation of a digital booklet. The booklet was published on the web and was also used to survey the conceptions of invited participants through a questionnaire. It is concluded, from the results of the research, that, within the various possibilities regarding incentives for scientific education in the area of QM, one that is relevant is the exposure of the dangers of decontextualization and deserves great attention from researchers in this field of knowledge. Nowadays, all kinds of information circulate in society, including through social media and the internet, therefore, it is necessary to occupy these spaces to spread it with arguments and language aligned with current scientific understanding. In this sense, the research products are relevant examples because, in addition to presenting some of the main fundamental concepts, they expose what is actually studied by the theory, removing mistaken or malicious interpretations of the MQ.

Keywords: Quantum Mechanics, Quantum Quackery, Scientific Education.

1. Introdução

Culturalmente, a Mecânica Quântica (MQ), ou simplesmente a palavra “quântica(o)”, popularizou-se, tornando-se clara a sua penetração nos contextos sociais [1]. Percebe-se grande influência em aspectos diversificados da cultura contemporânea, sobretudo em produtos, serviços e na ficção científica, que utilizam o termo de modo questionável. Temos como exemplo o filme “Vingadores: Ultimato”, atualmente detentor da

segunda maior bilheteria da história do cinema [2]. No longa, o físico israelense David Deutsch é mencionado, bem como a ideia de que todos os problemas enfrentados na viagem do tempo podem ser resolvidos se expressados de maneira probabilística. Usam-se jargões sem a possibilidade de entendimento das suas verdadeiras implicações.

Para além disso, são incontáveis as fontes que descrevem fenômenos e objetos envolvendo o termo quântico, abrangendo áreas como a psicologia, a economia e a saúde, em contextos totalmente às margens da produção acadêmica dessa área, sendo notável o fenômeno da

* Endereço de correspondência: rafaellesouza2@yahoo.com.br

disseminação e uso indevido dos conceitos da MQ [3–5]. Tratam-se de representações sociais do conhecimento científico, uma apropriação cultural [6]. Um dos problemas é o uso indevido e, principalmente, as tentativas de explorar a crença da população, fazendo-a acreditar em práticas pseudocientíficas [7].

Nesse contexto, torna-se foco da presente investigação as práticas charlatãs amplamente divulgadas na *internet*, ao que se denomina charlatanismo quântico. Tem-se por intencionalidade investigar os usos equivocados ou distorcidos da MQ por meio de estratégias de educação e divulgação científica que abordem os conceitos fundamentais desta. Para isso, foi produzido conteúdo voltado à divulgação científica de modo a explicitar os conceitos básicos da teoria.

A divulgação científica foi realizada através da rede social *Instagram*¹ e por meio da construção de uma cartilha digital² que compila os temas tratados em período denominado “Semana Quântica”. A produção de conteúdo envolveu exemplos atraentes de práticas indevidas e foram utilizados para instrumentalizar os cidadãos, incentivando-os a uma postura crítica dentro da sociedade.

Foi realizado também um estudo de campo exploratório voltado a conhecer as concepções prévias de participantes convidados, moradores da região da Chapada Diamantina – BA, com diferentes idades e níveis de formação. Contou-se com a participação efetiva de 14 pessoas. Estes participantes responderam a um questionário pré e pós-leitura da cartilha digital. Considerando a natureza dos dados levantados, foi utilizada a pesquisa qualitativa, com procedimentos da análise de conteúdo de Bardin [8].

Deste trabalho, conclui-se que, dos fatores sociais e culturais externos à comunidade científica que envolve a MQ, a sociedade tem sido conduzida a enganos por falta de acesso ao conhecimento científico aceito. Faz-se necessário estímulos para a educação científica de modo a prestar auxílio na quebra do círculo vicioso da circulação de pseudociências transmitidas como ciência. Quanto ao material elaborado, este corresponde ao de um texto básico, capaz de sustentar uma argumentação contrária à pseudociência presente em alguns produtos e serviços que circulam na sociedade e pode desempenhar um papel importante na identificação e problematização de práticas charlatãs.

Ressalta-se que este trabalho não esgota o tema, mas busca chamar atenção para os reais perigos do charlatanismo quântico que podem causar danos irreversíveis para as pessoas que o seguem. É importante mencionar que não há julgamento quanto a fé e a crença de pessoa

alguma, o que se busca é apontar contribuições para que a MQ não seja difundida de maneira equivocada.

1.1. Delineando a Mecânica Quântica

A palavra “Mecânica” define o ramo da Física que estuda os movimentos como fenômeno principal. Já a palavra “Quântica” está relacionada ao termo “*Quantum*” – palavra em latim para caracterizar uma quantidade de algo – termo utilizado para descrever partículas. Então, no contexto dos anos 1900, a luz, que até então era vista como um fenômeno ondulatório espalhado no espaço, se propagando, foi interpretada como uma partícula, algo que contribuiu para originar a Mecânica Quântica.

Através da história da ciência, conhecemos maiores detalhes. Max Planck estava a estudar o espectro de radiação de um corpo negro, estudo que o levou a admitir que a luz era formada por partículas de energia em quantidades particionadas e relacionadas a um valor constante muito pequeno, que depois ficou conhecido como a “constante de Planck”. A luz, que já era muito conhecida como um fenômeno puramente ondulatório, passou a ser explicada, também, de forma corpuscular, formada por pequenas partículas. A hipótese de Planck, que levou algum tempo para ser aceita, contribuiu para que Albert Einstein, em 1905, explicasse um outro fenômeno conhecido como efeito fotoelétrico [9]. A luz era, portanto, formada por pequenas partículas.

Nesse período, outros experimentos adequaram-se à hipótese quântica, como a explicação de valores quantizados para o átomo de hidrogênio [10]. Para completar, então, a complexidade, De Broglie [11] propôs que, se a luz que pensávamos ser uma onda poderia ser uma partícula, o oposto poderia também funcionar. Sugeriu, então, que partículas conhecidas como elétrons pudessem ter um valor oscilatório associado, isto é, uma frequência, característica intrinsecamente ondulatória [12]. O comportamento ondulatório foi verificado por meio do experimento da fenda dupla de Young no caso da luz e por meio de experimentos de difração de partículas, como elétrons, mostrando que essas partículas também se comportam como ondas. Isso estabeleceu a dualidade onda-partícula a partir da complementaridade de Bohr [13], e se aplicaria a toda a matéria, não apenas à luz.

No caso do experimento da fenda dupla, se a luz consistisse estritamente de partículas clássicas, e essas partículas fossem disparadas através de duas fendas e deixadas atingir um anteparo, esperaríamos ver um padrão correspondente ao tamanho e forma das fendas. No entanto, ao iluminar duas fendas paralelas, a luz sofre interferência e forma um padrão com franjas claras e escuras alternadas. Quando Thomas Young observou pela primeira vez esse fenômeno, demonstrou o comportamento ondulatório da luz, pois a distribuição das franjas pode ser explicada pela interferência alternadamente aditiva e subtrativa de frentes de onda [14].

¹ Física Contextualizada. Guia da Semana Quântica, de 24 a 30 de abril. Disponível em https://www.instagram.com/fisica_contextualizada/guide/semana-quantica/17920542856861584/. Acesso 24 de março de 2022.

² Física Contextualizada. E-book: Desconstruindo o Charlatanismo Quântico. Disponível em <https://linktr.ee/fisicacontextualizada>. Acesso 24 de março de 2022.

Já no caso do experimento da difração de elétrons, este provou a hipótese de De Broglie para os elétrons e foi realizado independentemente por George Paget Thomson e Clinton Joseph Davisson. Estes cientistas estudavam sobre a reflexão de elétrons num alvo de níquel e, ao aquecer este alvo, acabaram por cristalizá-lo. Como um cristal é a disposição regular de átomos, os próprios espaços inter-atômicos serviram como uma rede de difração para os elétrons, o que criou um padrão de difração e provou o comportamento ondulatório destas partículas [12, 15].

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento científico e tecnológico que vivenciamos nos dias de hoje é fruto de um longo processo de construção do conhecimento. Ao longo de 100 anos, a MQ avançou em várias frentes tecnológicas e trouxe contribuições reais, como é o caso de transistores, *chips*, TVs e celulares, que só foram possíveis graças ao estudo do movimento das partículas elementares [16, 17]. O problema é que essa popularidade tem sido usada de forma equivocada pelos pseudocientistas. A exemplo, o supracitado experimento de Young é tão famoso que é utilizado constantemente, na atualidade, de forma completamente descontextualizada, para justificar a maioria das pseudociências que buscam credibilidade se embasando na MQ.

1.2. Pseudociências e a Educação Científica

Pseudociência significa, literalmente, “falsa ciência”. Ela engloba teorias, metodologias, crenças, práticas ou produtos que não atendem aos requisitos das metodologias científicas que sistematizam os diferentes campos da pesquisa científica, porém são apresentados como se seu funcionamento de fato se baseasse na ciência. Esses serviços carecem de evidências verificáveis e plausibilidade e, geralmente, proclamam que sua eficácia foi avaliada por estudos credenciados, porém, não passam de uma tentativa de enganar o público-alvo do dito serviço [18, 19].

A sociedade, sem ter o conhecimento necessário para discernir o que é e o que não é científico, é atraída, inevitavelmente, por ideias distorcidas ou que abusam dos jargões científicos, além das que apresentam forte apelo emocional. Conforme aponta Alves-Brito et al. [20, p. 1602], há “circunstâncias nas quais fatos objetivos são menos influentes na formação da opinião pública do que apelo à emoção e à crença pessoal”, ou seja, um discurso em que se destaque fatos, evidências, razão, perde espaço para a percepção subjetiva (opinião, crenças pessoais, emoções), “sintetizando uma estratégia de desvalorização dos fatos em prol de interesses pessoais, ou de grupos”.

Para que as pseudociências não enganem o público, é essencial que a população seja educada cientificamente. Faltam estímulos para a educação científica e, em Física, essa questão é ainda mais expressiva. São poucas as práticas que destacam os distintos procedimentos, padrões, técnicas experimentais, computacionais e matemáticas

que estão imbricadas nas práticas científicas dos mais diversos campos da ciência [21].

De maneira geral, os argumentos subjacentes à educação científica são que a população tenha domínio sobre um conhecimento científico mínimo que a instrumentalize a participar de forma consciente de debates que envolvam a inserção da ciência, tecnologia e inovação na realidade social. Faz-se necessário tornar temas atuais conhecidos em termos científicos pela população geral, pois muitos deles ainda estão em desenvolvimento e a sociedade geral precisa ser autônoma o suficiente para debatê-los no mundo contemporâneo e identificar as práticas charlatãs.

Neste contexto, a escolha pela área do conhecimento intrínseca às pesquisas em física moderna e contemporânea (FMC) foi em razão da percepção que a compreensão popular da ciência tem sido alvo de apropriações equivocadas e distorções, em especial, quanto ao emprego do termo quântico. Tornou-se um conteúdo de importância indiscutível para compor um leque de informações que devem conduzir a sociedade para uma efetiva educação científica com legitimidade cultural e social [22, 23].

Entre outras coisas, na área da MQ, é importante que os cidadãos saibam se defender do uso inadequado desse conhecimento pelos charlatões. Um dos aspectos que merece destaque é a aproximação de conceitos da FMC do cidadão devido a sua presença importante na tecnologia, na sociedade e na cultura [24]. Esta inserção de conteúdos científicos é um problema antigo dentro da comunidade de ensino de ciências e que ainda parece não ter tido uma solução adequada para uma eficaz educação científica.

No caso do termo quântico, houve uma acentuada extrapolação dos muros da academia e centros de pesquisa. Uma simples busca no *Google* pode mostrar que existem cerca de 1,5 milhão de resultados (somados)³ para medicina, cura ou terapia quântica, mas não se limita a estes termos, a lista é crescente. Por essa razão, as discussões sobre apropriações indevidas e misticismo quântico gerou diversos trabalhos.

A exemplo, Paulo e Moreira [25] discutem sobre a necessidade de adaptação da linguagem utilizada em textos sobre a MQ para pessoas leigas. Pode-se também citar Pinto e Zanetic [26], que há décadas refletiam sobre a necessidade da inserção da física moderna, em especial a física quântica, no ensino médio; além de Cruz e Cruz [4], que acreditam que essa inserção deve acontecer para possibilitar o cumprimento efetivo da alfabetização científica, dando à sociedade as ferramentas necessárias para agir com criticidade frente ao misticismo. Atualmente, Pigozzo [27] desenvolveu uma investigação para analisar o misticismo quântico e quais conhecimentos são apropriados por essas práticas, compreendendo,

³ Busca no *Google*, em 24 de março de 2022, para o termo *Medicina Quântica* retorna 557.000 resultados, *Cura Quântica* retorna 489.000 resultados e *Terapia Quântica* retorna 504.000 resultados.

também, como a comunidade acadêmica lida e se posiciona frente a esse fenômeno. Esses trabalhos tentaram delinear as necessidades educacionais e propor caminhos para alcançar um objetivo comum: um ensino de ciências significativo dentro e fora da escola.

Para o ensino de MQ, há consenso da importância e da necessidade de seus conteúdos serem mais claramente discutidos, de modo que o leitor comum consiga minimamente compreender a natureza a nível atômico, bem como as aplicações e avanços em diversos contextos da eletrônica moderna. Busca-se mostrar que é um ramo da física composto por conhecimentos sistematizados, enquanto a pseudociência se apropria deles, não segue uma metodologia coerente e utiliza da credibilidade depositada na ciência para fins comerciais e lucrativos.

Na literatura especializada há uma série de trabalhos que argumentam para uma aprendizagem mais conceitual e histórica, vários artigos científicos destacam as bases experimentais e discutem temas relevantes como interferência, difração e dualidade onda-partícula, que são fundamentais e merecem grande atenção em uma unidade de ensino [28–30].

Os saberes científicos, estabelecidos socialmente há décadas, que envolvem a produção de conhecimentos, parecem ter sido negados por uma lógica promovida de que os saberes místicos e os científicos podem ser equiparados, colocando-os dentro de um mesmo patamar de valoração. O charlatanismo acaba prosperando no ciberespaço e para além dele. Segundo Machado e Cruz [6, p. 7]:

Reinterpretações e ressignificações dessas afirmações constituem um sério problema se não forem devidamente contextualizadas histórica e filosoficamente. Sua transposição para a divulgação provoca distorções nas interpretações da teoria científica. Algumas pistas dessas encontraremos em exemplo, como em Fritjof Capra; Amit Goswami; Deepak Chopra. Estes autores, que se tornaram gurus de uma forma de apropriação e transposição da física quântica entre os místicos e estabeleceram outras possibilidades de entendimento e interpretação dos fenômenos quânticos.

No contexto do charlatanismo quântico, observa-se um processo de validação científica com argumentos centrados em frases dos principais autores da física quântica, ou seja, argumento de autoridade [27]. Em outros casos, observa-se discursos com relatos de experiências bem sucedidas ligados à teoria sem contextualizar sua natureza ontológica. Não são expostos os pressupostos, as correntes de pensamento, seu desenvolvimento histórico e interpretação que demarcam a estrutura dessa teoria.

Por sua vez, o charlatanismo quântico está presente nas principais formas de comunicação da sociedade atual, as redes sociais. Assim, a rapidez do consumo de

uma imagem, o curtir e o compartilhar, foram tornando-se formas de lucro. Hoje, esses recursos são usados como mercadorias por indivíduos não preocupados com ética ou com o legalmente aceito.

Desse modo, as práticas charlatãs são, sem dúvida, um fenômeno social que merece ser analisado pela sua penetração social e pelas suas consequências [31]. Neste ponto, estas apropriações se colocam como objeto do ensino de ciências. Deve-se questionar se o cidadão está minimamente preparado para reconhecer, no meio de tudo isso, assuntos como o charlatanismo quântico, os perigos associados a ele e conceitos básicos da ciência. A presença de uma acentuada educação científica facilita esse processo.

Neste trabalho, argui-se a insuficiência de pesquisas que invistam na divulgação científica para a sociedade em geral, e defende-se a ideia de que é necessário se ir para além dos muros da academia e das escolas para se promover o conteúdo conceitual da física. Para tanto, utiliza-se como estudo de caso a FMC e, em particular, a MQ, discutindo possibilidades para a aproximação desses conhecimentos no saber diário das pessoas.

2. Metodologia da Pesquisa

O presente estudo é de natureza aplicada – relato de experiência de atividade de extensão centrando na divulgação científica –, uma vez que gerou conhecimentos específicos sobre o charlatanismo quântico disseminado na Chapada Diamantina – BA. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória pois define, delimita e investiga o tema proposto. Sobre os procedimentos metodológicos, foi realizado um estudo de campo exploratório através do levantamento de dados na *internet* e por meio da rede social *Instagram* e da aplicação de questionários, com parte objetiva e parte utilizando a escala Likert. Por fim, a abordagem metodológica da pesquisa é do tipo qualitativa e, para ser concretizada, foi dividida em cinco etapas (Figura 1) [32, 33].

A **primeira etapa** consistiu de uma metodologia baseada na revisão bibliográfica com a busca e análise de fontes primárias e secundárias que permitissem compreender os conceitos fundamentais da MQ, de forma a identificar criticamente o que é ciência, pseudociência e seus aspectos metodológicos e epistemológicos.

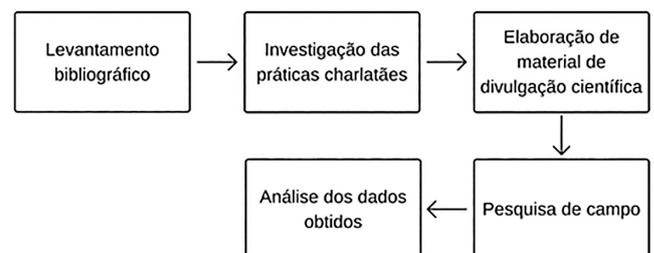


Figura 1: Estrutura metodológica. Fonte: autoria própria.

Buscou-se uma apropriação dos saberes originais da teoria quântica em nível introdutório. Posteriormente, na **segunda etapa**, foi realizado um estudo de caso na região da Chapada Diamantina – BA para mapear casos de pseudociência. Em seguida, buscou-se na *internet*, redes sociais e nos principais sites de notícia da região, como o Jornal da Chapada⁴ e o Portal Chapada,⁵ os serviços que fazem uso indevido do termo quântico. Após essa fase da investigação, deu-se início à **terceira etapa**, que visou a elaboração de material de divulgação científica. Resgatou-se os conceitos fundamentais com base na revisão de literatura realizada. Para a divulgação do material, utilizou-se o *Instagram* no perfil @fisica_contextualizada. A escolha da rede social se deu por ser uma das aplicações mais utilizadas em todo o mundo e por permitir a veiculação de imagens e vídeos, essenciais para a transposição de informações. Com relação ao perfil, ele foi escolhido por já contar com um número inicial de seguidores ($n = 3.532$), o que facilitaria o alcance do público.

Essa ação, que foi denominada “Semana Quântica”, aconteceu entre os dias 24 e 30 de abril de 2021 e contou com 15 postagens. Dessas postagens, 9 delas aconteceram no *feed* do perfil e contaram com explicações básicas mas essenciais para a compreensão das consequências deletérias do charlatanismo quântico e, principalmente, abordando o que a MQ *não* é. Foram expostas as incoerências do uso e as imagens equivocadas de ciência trazidas por essas práticas. Ainda, quatro das postagens são referentes a vídeos publicados no IGTV, que contaram com a participação de renomados autores da área: Olival Freire Jr.; Osvaldo Pessoa Jr. e Ileana M. Greca. Os convidados argumentaram sobre as polêmicas envolvendo a MQ, as diferentes interpretações do formalismo e os avanços tecnológicos que envolvem a MQ. Ainda, duas das publicações referem-se a vídeos publicados na categoria *Reels* para divulgar a ação virtual. Para sistematizar o conteúdo, foi desenvolvida uma cartilha digital intitulada “Desconstruindo o Charlatanismo Quântico” [34], compilando as informações veiculadas na Semana Quântica. Abordou-se assuntos como o que é o charlatanismo quântico, quais os perigos associados a ele e conceitos básicos da MQ que auxiliam o público a entender melhor esse campo de conhecimento.

Por fim, a **quarta etapa** consistiu numa pesquisa de campo exploratória que, em decorrência da pandemia do novo coronavírus, aconteceu de forma virtual. Teve como instrumento dois questionários *on-line*. O primeiro questionário contou com questões para levantamento de dados demográficos e informações específicas quanto ao contato formal com a Física, além de três questões abertas, citadas abaixo, que deveriam fazer o levantamento

das concepções prévias dos participantes sobre a Física Quântica.

- O que vem à sua cabeça quando se fala em "Física Quântica"?
- Do que você lembra quando lê a palavra “Quântico”? Sabe alguma aplicação da Física Quântica?
- Você já teve contato físico ou virtual com algum produto ou serviço que inclui a palavra "Quântico"?

Para o segundo questionário, respondido após a leitura da cartilha digital, foi proposta uma questão aberta que buscava a concepção dos respondentes sobre o porquê do charlatanismo quântico acontecer com tanta frequência; e nove questões em formato de escala de Likert, nas quais o respondente deveria marcar, de 1 a 5, o seu nível de confiabilidade em algumas afirmações. Seis destas constituíam argumentos frequentemente utilizados por charlatões, enquanto três das afirmações foram respaldadas no entendimento científico atual. Assim, foi possível observar se houve ganhos com a divulgação científica no âmbito da MQ.

Os questionários foram enviados por meio do *WhatsApp* para diversos moradores da região da Chapada Diamantina – BA e houve 14 retornos com o preenchimento do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE). Os participantes tiveram um intervalo de 20 dias entre os dois questionários para respondê-los.⁶

Em relação aos procedimentos para a análise dos dados, utilizou-se da análise de conteúdo de Bardin [8], que, de acordo com a autora, consiste em um conjunto de procedimentos sistemáticos que permite a inferência de conhecimentos. Assim, a partir das respostas dos sujeitos, estabeleceram-se três categorias: a) concepções gerais acerca da MQ; b) usos indevidos de termos relacionados a MQ; e c) informações adequadas sobre a MQ. A partir de tais categorias, desenvolveram-se inferências acerca destas discussões.

Para as perguntas objetivas utilizou-se uma escala de cinco pontos do tipo Likert de respostas possíveis. A escala Likert requer que os respondentes indiquem seu grau de concordância ou discordância com declarações relativas à atitude que está sendo medida [35]. Para analisar os respectivos itens, foi também utilizado o cálculo do Ranking Médio (RM) proposto por Oliveira [36]. Neste modelo, atribui-se um valor de 1 a 5 para cada resposta a partir da qual é calculada a média ponderada para cada item, baseando-se na frequência das respostas. Desta forma, foi obtido o RM através da

⁶ As respostas foram avaliadas a partir de distintos questionários aplicados individualmente, ao contrário do que se costuma realizar (pré e pós teste com único questionário). Essa escolha foi devido à consideração de que, após a leitura da cartilha, seria possível diagnosticar o aproveitamento e absorção do conhecimento por parte dos respondentes em contexto específico independente de seus pré conceitos.

⁴ Disponível em: <https://jornaldachapada.com.br/>. Acesso em 20 de janeiro de 2021.

⁵ Disponível em: <https://portalchapada.com.br/>. Acesso em 20 de janeiro de 2021.

seguinte estratégia: Média Ponderada (MP) = $\Sigma(f_i.V_i)$; Ranking Médio (RM) = MP/(NS). Onde: f_i é frequência observada de cada resposta para cada item; V_i = valor de cada resposta e NS = n° de sujeitos. Quanto mais próximo de 5 o RM estiver, maior será o nível de satisfação dos participantes e quanto mais próximo de 1, menor.

3. Resultados e Discussão

3.1. Pseudociências envolvendo o termo quântico: o caso da Chapada Diamantina – BA

No Quadro 1 estão dispostas as informações coletadas durante a investigação dos serviços presentes na Chapada Diamantina-BA que fazem o uso indevido dos conhecimentos da MQ e do termo “quântico”.

É possível citar a consultoria energética de cura quântica, descrita como uma prática poderosa que parte do princípio de que se pode moldar a realidade através das leis da MQ [37], e o curso de Thetahealing [38]; ambos sediados no Vale do Capão, em Palmeiras-BA. Há, também, o curso vivencial de Tarô Quântico, que promete a leitura do futuro baseada no colapso de onda [39], e sessões de Terapia Quântica que prometem curar através das vibrações moleculares [40], ambos sediados em Lençóis-BA.

Ao analisar essas práticas à luz da literatura científica, percebe-se a presença de argumentos ilusórios, via de regra respaldados no experimento da fenda dupla – fundamental para a determinação da natureza quântica. Nele, um feixe de luz, ao ser emitido na direção de um anteparo (barreira), onde foi feita uma fenda dupla, pode apresentar um comportamento ondulatório ou corpuscular ao ser detectado, o que leva à discussão do colapso da função de onda [14, 15].

Em resumo: se incidirmos um feixe de luz em direção ao anteparo, é visto um comportamento ondulatório na parede final. Se, em vez disto, usarmos um feixe de elétrons, 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. Isto é, não mais aparecerá uma figura de máximos e mínimos no anteparo, que é típico do ondulatório. Esse é um efeito aplicado a sistemas quânticos e detectado em situações extremamente controladas. Desse resultado, porém, surgem as pseudociências que adotam as explicações físicas de forma deturpada, conjecturando que, se tal comportamento acontece por conta da observação consciente, um elétron poderia ser influenciado pelo pensamento e, portanto, qualquer coisa também poderia ser e a nossa mente teria a capacidade de alterar a realidade [7].

É comum o engano de acreditar que o termo “observador” refere-se à observação humana. O que realmente acontece, porém, é que o feixe de elétrons pode se comportar ora como onda, ora como partícula, não pelo poder do pensamento, mas sim pela medição. 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 próprio experimento. Nesse processo de medição, em condições controladas e dimensões subatômicas, são usados fótons (luz) para se notar como as partículas agem, porém, esses fótons acabam por interferir no comportamento do sistema em si [3]. Assim, medimos aquilo que esperamos medir pois interferimos no experimento.

Desse modo, os dados obtidos em uma medição sempre são produzidos a partir de uma interferência no experimento que, idealmente, deve ser minimizada, mas, nesse caso, ainda é extremamente complicado realizar essa tarefa. Destaca-se, porém, que isso se trata de uma questão técnica e não se deve a qualquer efeito místico ou mental relativo à vontade do experimentador, tal que, atualmente, esse tipo de experimento pode ser reproduzido sem nem mesmo a presença humana. Por isso, é importante entender que a sobreposição de estados quânticos é de natureza microscópica, ou seja, afeta apenas corpos de tamanho comparável ao de um átomo.

O experimento da fenda dupla, até hoje, levanta muitas questões sobre a natureza da matéria, dando origem a diversas interpretações [7], o que não impede que a MQ siga avançando em outras frentes de desenvolvimento experimentais e tecnológicos. Além disso, há ferramentas

Quadro 1: Relação dos serviços encontrados na Chapada Diamantina-BA.

Nome	Meio de identificação	Apropriação indevida	Localização
Curso de ThetaHealing	Jornal digital da região	Colapso da função de onda de uma partícula pela observação	Vale do Capão, Palmeiras-BA
Curso Vivencial de Tarô Quântico	Portal digital da região	Colapso da função de onda de uma partícula pela observação	Lençóis-BA
Consultoria Energética de cura quântica	Site do estabelecimento	Equivalência massa-energia	Vale do Capão, Palmeiras-BA
Terapia Quântica (Barras de Access Consciousness)	Perfil no Facebook	Comportamento ondulatório das partículas	Lençóis-BA
Fisio Quântica	Fachada do estabelecimento no centro da cidade	Termo “Quântico”	Seabra-BA

matemáticas que descrevem perfeitamente o átomo de hidrogênio utilizando a famosa equação de Schrödinger, mostrando que a MQ é aplicável, mensurável e confiável.

3.2. Divulgação científica em Rede Social (*Instagram*)

Para além dos casos encontrados na região da Chapada Diamantina-BA, é ainda possível citar inúmeras práticas e produtos que circulam na *internet* e são mais amplamente divulgadas como o *coaching* quântico, colchão quântico, sal quântico, dentre muitos outros. Existem apropriações indevidas e mal intencionadas, bem como apropriações charlatãs que são conscientes por seus praticantes e geram consequências negativas que podem colocar em risco a saúde física e mental de pessoas.

Dando continuidade à identificação do discurso pseudocientífico, percebe-se que algumas práticas visam construir um paralelo entre certos elementos da MQ e elementos místicos, como é o caso da associação do conceito de energia (grandeza física) com a “positividade” ou “negatividade” dos pensamentos, ou o paralelo construído entre o conceito de “colapso da função de onda pela observação” e a suposta possibilidade de “colapsar o mundo ao seu redor baseado na forma com que se observa ele”. Enquanto outros fazem do discurso científico em questão um discurso motivacional, ligando as estruturas conceituais estudadas com as relações pessoais e interpessoais de cada indivíduo. Nesse sentido, buscando investigar possibilidades de reconhecer apropriações indevidas da MQ, produziu-se conteúdo para a rede social *Instagram*, com linguagem acessível capaz de sustentar uma argumentação contrária à pseudociência presente em alguns produtos e serviços que circulam na sociedade e no ambiente *Web*.

Para a construção do quadro teórico da MQ, discutiu-se aspectos conceituais como a dualidade onda-partícula, probabilidade, experimento do gato de Schrödinger, entre outros, destacando os avanços da teoria. Frisou-se os conceitos envolvidos no discurso charlatão de modo a mostrar as distorções e descontextualização da MQ. Estas foram mostradas sob 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. Incluiu-se argumentos do tipo, “se você não conseguir o que deseja, você não vibrou corretamente ou não fez exatamente o que foi dito”. Dessa maneira, os chamados pseudocientistas se eximem da responsabilidade de suas técnicas não surtirem efeito. Destacou-se os perigos dessas práticas, especialmente para as pessoas que estão passando por tratamentos de doenças e que, em alguns casos, optam por tratamentos alternativos. Buscou-se também deixar claro que a MQ não possui relação com curas e terapias alternativas, mas sim que possui aplicações tecnológicas como na área da nanotecnologia, dentre muitas outras.

Para maior destaque das ditas práticas charlatãs, discutiu-se a imagem de ciência trazida por obras literárias que, mesmo pertencentes a áreas de conhecimento fora do campo científico, se apropriam do termo “quântico”, como “O Tao da Física”, de Fritjof Capra, e “O Ser Quântico” de Danah Zohar, entre outros [41, 42]. Destacou-se, também, os livros que podem ser considerados propriamente dirigidos aos leigos, como é o caso de “Conceitos de Física Quântica”, de Osvaldo Pessoa; e “Teoria Quântica – Estudos históricos e implicações”, de Olival Freire, Osvaldo Pessoa e Joan Lisa Brunberg. Estes são materiais que trazem uma introdução suave à MQ, explorando aspectos históricos, controvérsias e implicações filosóficas e culturais. Para o público que deseja se aprofundar mais no assunto e entender, por exemplo, a função de onda e a equação de Schrödinger com um vocabulário matemático mais rigoroso, indicou-se o livro “Mecânica Quântica”, de David Griffiths. Para além desses, também foi feita a inclusão de livros de divulgação científica, como “Alice no país do quantum”, de Robert Gilmore – esse livro mistura fantasia e ciência, numa alegoria que permite ao leitor conhecer aspectos fundamentais da MQ sem um grande rigor matemático, colocando conceitos físicos ao alcance de pessoas leigas, podendo, também, se estender a estudantes de graduação em Física.

Destarte, o conhecimento científico não deve ser considerado apenas em seu viés operacional ou conceitual. Para que se tenha uma adequada percepção de sua natureza, é necessário que sua adequação se estenda também no campo filosófico, respeitando seus preceitos e questionamentos. Logo, mesmo que uma determinada prática apresente um conceito correto, é preciso conferir se ela respeita seu contexto teórico e filosófico. No caso deste trabalho, procurou-se apresentar, através de cada *post* para o *Instagram*, as devidas justificativas do porquê determinado produto ou serviço faz uso indevido da MQ, seja no campo conceitual ou filosófico. A seguir, a Figura 2 apresenta o *layout* das postagens para o conteúdo produzido para o período denominado Semana Quântica.

3.3. Análise das métricas do Instagram

Uma análise qualitativa das métricas fornecidas pela rede social *Instagram* a respeito da divulgação denominada “Semana Quântica” retorna dados que revelam o interesse do público por esse conteúdo. A Tabela 1 traz métricas dos parâmetros da plataforma de 10 dias antes de iniciar a veiculação de informações relacionadas a MQ, bem como aqueles referentes ao período durante as publicações.

Segundo as métricas fornecidas pela plataforma, o alcance da página teve um aumento em todos os parâmetros destacados na Tabela 1. A “Descoberta”, que indica quantas pessoas tiveram contato com o perfil ou com os conteúdos nos últimos dias, aumentou em 196% (9.073 contatos). As “Impressões”, que indicam o



Figura 2: Posts da Semana Quântica. Fonte: autoria própria.

Tabela 1: Dados compilados do perfil @fisica_contextualizada.

ALCANCE DO PERFIL	abr. 07 – 13	de abr. 24 – 30	PERCENTUAL DE AUMENTO
Descoberta	4.635	13.708	+9.073 196%
Impressões	21.616	66.481	+44.865 207%
Interações com o conteúdo	2.022	5.186	+3.164 156%
Visitas ao perfil	1.532	4.257	+2.725 178%
Cliques no site	59	120	+61 103%
Crescimento em seguidores	3.532	4.100	+568 16%

Fonte: @fisica_contextualizada, 21 de maio de 2021.

Elaborado pelos autores.

total de vezes que as publicações foram vistas, sendo relevante para aumentar o reconhecimento da proposta, aumentou 207% (44.865 visualizações), comparado aos 10 dias anteriores.

Quanto às interações com o conteúdo, que mostram quais foram as interações que ocorreram no seu perfil: curtidas, comentários e compartilhamentos no período determinado, houve aumento de 156% (3.164 interações). As “Visitas ao perfil”, que indicam a quantidade de vezes que pessoas saíram de alguma publicação diretamente para o perfil, demonstrando a motivação dos usuários em conhecer o autor do conteúdo visto, também aumentou em 178% (2.725 visitas). Sobre os “Cliques no site”, usuários que clicaram no link que está presente na biografia do *Instagram*, 103% (61 cliques). Destaca-se que no mês de setembro, com o lançamento de uma Cartilha que será discutida a seguir, esse número cresce para 386% (228 cliques). Em relação ao número total de seguidores, houve um aumento de 16% (568 novos seguidores) – atualmente tem-se um total de 8200.

Tabela 2: Dados das postagens compilados do perfil @fisica_contextualiza.

Postagens	Curtidas	Comentários	Compartilhamentos	Salvos
1	225	10	230	46
2	143	5	33	16
3	113	1	34	11
4	117	9	56	19
5	175	4	79	27
6	159	8	51	21
7	85	4	58	17
8	63	5	14	13
9	95	6	18	19

Fonte: @fisica_contextualizada, 15 de abril de 2022.

Elaborado pelos autores.

Esta análise das métricas do *Instagram* quantifica as pessoas que já tiveram contato com o perfil. Pode-se inferir que os métodos adotados para a divulgação geraram engajamento com os usuários da rede social. O engajamento torna-se relevante pois, além de mostrar a eficácia das ações de comunicação, indica também o nível de satisfação do público com o conteúdo produzido e, é claro, a credibilidade que o perfil conquistou dentro do seu segmento de atuação. A seguir, apresenta-se alguns comentários deixados nas postagens:

- Usuário 1: Simples, didático e extremamente relevante para combater o mau uso de um ramo da física encantador!
- Usuário 2: Excelente posicionamento profissional 🍌
- Usuário 3: Foi maravilhoso! Muita informação, de maneira dinâmica. E o melhor: dá para compartilhar por um bom tempo. Essa experiência merece ser copiada (no bom sentido Claro!).

Outros parâmetros fornecidos pela plataforma podem ser observados nas postagens, como apresentado na Tabela 2:

A título de conhecimento, “curtir” significa que o usuário gostou do conteúdo, apreciou a postagem e deseja despertar a atenção do autor para isso; “comentário” é onde há a efetiva interação entre usuário e autor, constituindo-se por dúvidas, sugestões e elogios dos usuários; “compartilhar” é a ação que permite enviar ou repostar o conteúdo para outras pessoas; e “salvar” representa a possibilidade de guardar uma postagem para visualização posterior de forma simples. Para Recuero [43], é justamente o complexo agrupamento dessas interações que constrói as redes sociais, sendo, portanto, de suma importância para analisar o alcance e a receptividade de determinado conteúdo na rede. Sendo assim, através do estudo, foi possível observar que o alcance gerado pelo *Instagram* foi importante para a disseminação de conhecimento, atingindo o público-alvo de maneira positiva e sendo uma ferramenta proficiente na divulgação científica.

Sobre a cartilha supracitada, com o intuito de instrumentalizar os seguidores do perfil e a comunidade em geral, realizou-se a sistematização dos conhecimentos adquiridos durante a pesquisa culminando na elaboração da cartilha “Desconstruindo o Charlatanismo Quântico”⁷ [34]. Após ser disponibilizada, em setembro de 2021, a comunidade teve acesso a explicações dos conceitos fundamentais da MQ, discutindo, a partir de exemplos e de forma dinâmica, suas principais características e como a manipulação charlatã pode levar à desinformação.

Um estudo sistemático dos conteúdos e conceitos da MQ foi realizado para estruturar as postagens para o *Instagram*. Diferentemente dos textos tradicionais, o material produzido inova devido à preocupação em apresentar e discutir os vários usos indevidos da MQ sem se limitar às discussões teóricas e conceituais. Desenvolveu-se uma discussão de forma diluída, sem uso do formalismo matemático. Os fenômenos são descritos com uma linguagem simples que difere, tanto na ordem como na forma, daquela que se encontra em manuais tradicionais. A proposta é alcançar, inclusive, aqueles leitores que não possuem um razoável conhecimento prévio sobre metodologia científica ou desenvolvimento da MQ.

Com a publicação e divulgação em rede, houve, ainda em setembro de 2021, um total de 228 *downloads*. Porém, é importante destacar que esse número é uma projeção subestimada da real quantidade de pessoas que acessaram o material, pois uma vez feito o *download*, não há mais controle do número de compartilhamentos. Destaca-se que alguns seguidores do perfil do *Instagram* apresentaram *feedback* informando que o arquivo da cartilha estava sendo compartilhado em outras redes sociais, como o *WhatsApp*.

Conclui-se que houve sucesso nas duas estratégias para apresentar a MQ para sustentar uma argumentação contrária à pseudociência presente em alguns produtos e serviços que circulam na sociedade. Foi possível observar um grande índice de aceitação da divulgação científica promovida em rede social.

3.4. Levantamento de concepções sobre a Mecânica Quântica

O foco do trabalho não se resumiu à construção de uma errata conceitual para as práticas charlatãs identificadas, ele se estende para a investigação de como auxiliar a sociedade na construção de um aprendizado operacional do tema, a fim de julgar se a apropriação realizada é adequada ou não, bem como apontar caminhos para avançar na compreensão, cada vez mais elaborada e complexa.

Nesse sentido, realizou-se uma pesquisa de campo exploratória e contou-se com a participação de 14 moradores da região da Chapada Diamantina-BA por meio

⁷ <https://linktr.ee/fisicacontextualizada>

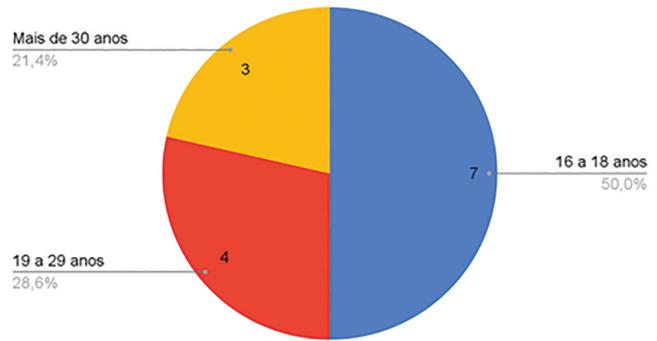


Figura 3: Idade dos participantes. Fonte: dados da pesquisa.

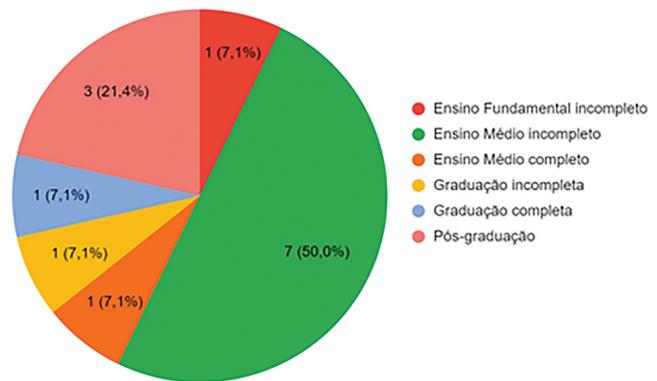


Figura 4: Nível de escolaridade dos participantes. Fonte: dados da pesquisa.

de contato estabelecido através do aplicativo *WhatsApp*. Dois questionários foram aplicados ao mesmo público e priorizou-se a obtenção de respostas de pessoas de variadas idades (Figura 3) e diferentes níveis de escolaridade (Figura 4).

O baixo número de respondentes se justifica, de modo geral, por conta de dois fatores. O primeiro é que a intenção da pesquisa era obter um resultado rigoroso e controlado com ênfase em dados específicos da região da Chapada Diamantina-BA e com abrangência equilibrada de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade. O segundo fator foi a baixa adesão a esse tipo de pesquisa. Infere-se que o contato realizado por meio do *WhatsApp* pode ter sido fator limitante, acredita-se que não houve um potencial convencimento do respondente para participar ou menos propensos a responder. A saber: cerca de 50 moradores da região foram contactados; apenas 17 interessaram-se pelo trabalho e responderam ao primeiro questionário; destes, 3 moradores decidiram por se retirar da pesquisa e apenas 14 realizaram a posterior leitura da cartilha disponibilizada e efetivamente finalizaram sua participação.

Essa fragilidade é algo comum em pesquisas científicas, não é tarefa fácil convencer as pessoas a participar. Uma estratégia complementar de divulgação e convencimento seria utilizar o próprio *Instagram* para alcançar

potenciais respondentes – nesta pesquisa, tal estratégia foge ao escopo proposto, uma vez que prezou-se por um controle de variáveis como a faixa etária, nível de escolaridade e se o respondente é realmente morador da região.

No primeiro questionário, verificou-se, *a priori*, as concepções gerais dos participantes. Perguntou-se sobre seus pontos de vista a respeito da Física Quântica, sendo que, dos 14 participantes, 10 responderam que se trata de um ramo da Física que estuda átomos e partículas subatômicas, como exemplo:

- “Estudo do comportamento e acontecimentos entre partículas atômicas e subatômicas.”
- “A física quântica estuda o mundo das coisas muito pequenas como átomos e moléculas e menores ainda e não podem ser analisadas pelas mesmas leis, como a gravidade e a velocidade pois é tudo diferente por lá”
- “Átomos, Partículas. Comportamento da Matéria e da Energia”

Alguns participantes, porém, relataram também o sentimento de que a Física Quântica é “algo mágico”, e que já se depararam com serviços como “consulta de energia quântica”, “massagens quânticas” e “colchões quânticos”. Além disso, verificou-se que a cultura popular, como filmes e séries, é também responsável pela disseminação desse termo.

- “Eu me lembro do filme do ‘Homem Formiga’ onde passa coisas relacionadas ao mundo quântico.”
- “Lembro dos heróis Homem Formiga e Mulher Vespa, da Marvel. Sei de um acelerador de partículas, fui saber o que era um por causa da série ‘The Flash’, onde o cara ganha super velocidade com a explosão do acelerador.”

Observa-se que tamanha é a apropriação da ficção de termos do universo científico que interpretações errôneas da MQ levam à formação de concepções místicas dos que consomem esse tipo de conteúdo. Segundo Hilger e Moreira [44], todo tema que se torna fonte de inspiração para os meios midiáticos, como filmes, séries, *internet*, televisão, dentre outros, como é o caso da Física Quântica, acaba por sofrer alterações e distorções em seu processo de transmissão, em maior ou menor grau. Os autores ainda destacam que essa distorção pode ter um forte efeito na formação do conhecimento, que muitas vezes não é cientificamente aceitável, gerando, assim, significados que se tornam um obstáculo para a aprendizagem significativa do conceito em questão. A aprendizagem significativa é o ponto principal da teoria de aprendizagem de David Ausubel [45] e, em poucas palavras, refere-se a um processo no qual o indivíduo

adquire uma nova informação e é capaz de realizar conexões substantivas e não-arbitrárias desta com conhecimentos previamente estabelecidos. Essas conexões formam, então, âncoras que facilitam a rememoração, a aplicação e o aprendizado de novos conceitos [46, 47].

Depois de coletar esse panorama inicial, os participantes foram orientados a realizar a leitura da cartilha digital para prosseguirem para o segundo questionário. Neste, foi utilizada a escala Likert, em que os respondentes marcaram, de 1 a 5, o seu nível de confiança em argumentos frequentemente utilizados pelos charlatões. A Tabela 3 apresenta as assertivas presentes no segundo questionário bem como suas frequências de respostas e o Ranking Médio (RM) dos itens da escala Likert. Não foram usados termos técnicos da MQ para, assim, garantir que os respondentes entendessem o que estava sendo afirmado. As frases utilizadas são assertivas gerais que apareceram frequentemente no discurso das práticas charlatãs encontradas durante o estudo e foram adaptadas ao contexto da pesquisa. Destaca-se que este questionário foi respondido após os participantes lerem a cartilha confeccionada e não houve explicações prévias sobre as assertivas.

De imediato, ao calcular a média aritmética entre os RM, obtém-se um índice de 2,4. Marca-se uma confiabilidade menor que 50% entre os participantes nos argumentos charlatões. Essa porcentagem representa uma tendência em não confiar no uso indevido da MQ, dado inferido depois da leitura da cartilha e, portanto, positivo – a cartilha foi eficaz na tentativa de desmascarar o uso de termos indevidos.

Quando se considera as assertivas separadamente, porém, observa-se que, na primeira, o uso do nome de cientistas famosos, Einstein e Heisenberg, como fonte de determinada informação apresenta-se com alto nível de confiabilidade. Esta teve o objetivo de investigar a propensão dos participantes de caírem na falácia do apelo à autoridade. Nela, são usadas exclusivamente a credibilidade e reputação de uma autoridade para sustentar o argumento, invocando o sentimento de respeito do indivíduo [48]. Ao utilizá-la, os charlatões aproveitam do prestígio social do invocado, expressando um pensamento próprio que, se fosse apresentado como uma simples opinião, perderia praticamente todo o poder de persuasão.

Constatou-se que 50% dos participantes considerou esse um argumento seguro ou muito seguro, enquanto 28,6% consideram-no moderadamente seguro. Isto indica que a menção de cientistas desse campo de conhecimento tornou-se bastante notável, sendo muito comum criar um sentimento de segurança ao público, semelhante ao uso de termos específicos. Portanto, essa primeira assertiva marca um ponto crítico.

Na sequência, modifica-se a assertiva para alguém desconhecido e configura-se como um apelo à autoridade anônima, ou seja, deixa de citar uma autoridade específica [48]. Percebe-se uma expressiva redução no

Tabela 3: Argumentos frequentemente usados por charlatões.

Assertivas	1	2	3	4	5	RM
1 – “Einstein disse...”, “Heisenberg falou...”, “A ciência provou...”	Np = 1 (7,1%)	Np = 2 (14,3%)	Np = 4 (28,6%)	Np = 5 (35,7%)	Np = 2 (14,3%)	3,3
2 – O renomado físico do departamento de mecânica quântica de Skyrim fez meditação transcendental e descobriu que...	Np = 5 (35,7%)	Np = 3 (21,4%)	Np = 5 (35,7%)	Np = 1 (7,1%)	–	2,1
3 – O universo é muito complexo, nossa ciência é muito primitiva, portanto, tudo é possível e não sabemos nada	Np = 4 (28,6%)	Np = 1 (7,1%)	Np = 6 (42,9%)	–	Np = 3 (21,4%)	2,7
4 – Essa é a minha opinião	Np = 4 (28,6%)	Np = 6 (42,9%)	Np = 1 (7,1%)	Np = 2 (14,3%)	Np = 1 (7,1%)	2,2
5 – Uma amiga procurou a terapia quântica e se curou	Np = 8 (57,1%)	Np = 1 (7,1%)	Np = 3 (21,4%)	Np = 2 (14,3%)	–	1,9
6 – Eu posso criar minha realidade? A Mecânica Quântica explica que sim	Np = 5 (35,7%)	Np = 3 (21,4%)	Np = 4 (28,6%)	Np = 2 (14,3%)	–	2,2

1 – Nada seguro, 2 – Pouco seguro, 3 – Moderadamente seguro, 4 – Seguro, 5 – Muito seguro.

RM – Ranking Médio; Np – número de participantes. Total Np = 14.

Fonte: dados da pesquisa.

nível de confiabilidade dos respondentes quando não são citados cientistas de renome, com RM de 2,1. Apenas 7,1% apontou esse argumento como seguro, enquanto que 57,1% considerou esse um argumento nada ou pouco seguro.

Na quarta assertiva, vê-se a importância da população entender a diferença entre argumento científico e opinião. A ciência não é baseada em crenças, ela se constrói através de pesquisas com hipóteses, experimentação, comprovação e validação, enquanto que a opinião é fortemente baseada na individualidade, encobrindo-se de quaisquer argumentos colocados contra ela [49]. Os pseudocientistas entram em ação utilizando argumentos “científicos” para que seu produto ou serviço seja respaldado, envolvendo “energias”, “vibrações”, “frequências”, etc. Após cair nas graças do público, os pseudocientistas estão livres para prometer e vender as ditas “curas milagrosas”. Nessas práticas, não só a Física é desconstruída, mas as ciências de forma geral.

Questões gerais também foram utilizadas para levantamento dos dados. As assertivas presentes na Tabela 3 exploram a presença da opinião e falácias lógicas nos argumentos. Mesmo apresentando RMs menores, entre 2,7 e 1,9, é importante ressaltar que as ocorrências relacionadas aos usos indevidos da MQ não são raras e podem gerar grandes impactos, como o desenvolvimento de doenças psicológicas advindas da culpa imposta no paciente para justificar a falha do tratamento [50, 51], falsas curas para transtornos neurológicos como o autismo [52] e até mesmo abusos vindos dos charlatões [53].

Fica claro, portanto, que há dificuldades por parte da sociedade na percepção dos perigos envolvendo o charlatanismo, que se vale de termos científicos, pondo em risco o bem estar das vítimas desse tipo de prática. Logo, é evidente a urgência da promoção da educação científica envolvendo a MQ. No entanto, destaca-se as

assertivas 2, 5 e 6 que fornecem, aproximadamente, um RM de 2,1. Esse resultado é ainda mais interessante para mostrar a eficácia da cartilha por serem questões mais diretamente relacionadas aos usos indevidos da teoria.

De forma conjunta, também foram apresentadas informações adequadas a respeito da MQ e suas aplicações (Tabela 4).

Pela análise do RM, entre 3,5 e 3,9, foi possível identificar que, por meio do primeiro contato com informações sistematizada sobre a MQ, oportunizadas através da cartilha digital, os participantes foram conduzidos a ter uma percepção mais condizente da teoria. Infere-se, assim, a potencialidade e segurança do processo educativo através de práticas sistêmicas de divulgação científica.

Esses dados revelam a importância de instrumentalizar o cidadão para que ele possa analisar e agir mais criticamente frente ao uso e abuso da MQ. A análise indicou lacunas importantes na formação básica dos respondentes, mas que puderam ser parcialmente preenchidas com as ações da pesquisa, uma vez que, no segundo questionário, constatou-se expressiva mudança no pensamento deles. Para a questão “Como visto na cartilha, tem sido frequente o uso indevido do termo “quântico” nos mais diversos âmbitos sociais. Você consegue dizer porque isso acontece?”, todas as respostas apontaram o uso inapropriado da MQ pelos charlatões como forma de convencer a população de seus serviços, a exemplo:

- “O termo vem sendo utilizado de maneira inapropriada por pessoas que se dizem profissionais, vendendo produtos e idéias que não possuem nenhum respaldo científico. Acredito que um dos motivos é promover seus produtos e a

Tabela 4: Informações adequadas sobre a Mecânica Quântica.

Assertivas	1	2	3	4	5	RM
1 – O surgimento da física quântica foi uma grande revolução científica, cultural e tecnológica. A física quântica fornece a base para a maioria das tecnologias modernas e mais se espera da futura geração de tecnologias de informação quântica.	Np = 1 (7,1%)	Np = 1 (7,1%)	Np = 3 (21,4%)	Np = 8 (57,1%)	Np = 1 (7,1%)	3,5
2 – Infelizmente, a disseminação da física quântica na cultura popular foi afetada por notáveis mal-entendidos e confusão, com termos científicos usados de maneiras distorcidas para sugerir interpretações não relacionadas ao seu significado real. Isso está proporcionando um terreno fértil para “charlatães” que buscam novas maneiras de construir argumentos pseudocientíficos em apoio a produtos comerciais, doutrinas espirituais ou práticas médicas falsas.	Np = 1 (7,1%)	Np = 1 (7,1%)	Np = 2 (14,3%)	Np = 4 (28,6%)	Np = 6 (42,9%)	3,9
3 – Física Quântica não é magia. As coisas são estranhas para os padrões da física cotidiana, mas são rigorosamente restringidas por regras e princípios matemáticos bem estabelecidos.	–	Np = 2 (14,3%)	Np = 4 (28,6%)	Np = 4 (28,6%)	Np = 4 (28,6%)	3,7

1 – Nada seguro, 2 – Pouco seguro, 3 – Moderadamente seguro, 4 – Seguro, 5 – Muito seguro.

RM – Ranking Médio; Np – número de participantes. Total Np = 14.

Fonte: dados da pesquisa.

utilização do termo para alcançar as pessoas e impulsionar suas ideias.”

- “Porque poucas pessoas sabem o que significa “quântico”, mas o termo chama atenção e isso faz com que a palavra “quântico” seja associada a produtos para enganar e lucrar.”
- “É um meio de conquistar a confiança das pessoas, e elas acreditarem em qualquer produto que venha com nome quântico e prometendo melhora.”

A ausência destes conhecimentos pode ter implicações danosas e dificultar o cumprimento do ideal da educação científica. É interessante, porém, ressaltar que não basta ter o objetivo explícito de introduzir os interessados nos meandros dos conceitos da MQ, esta tarefa precisa ser realizada de forma contextualizada e com linguagem acessível. A difusão destes conhecimentos se dá, sobretudo, através dos meios de divulgação científica que, pela sua natureza, são atrativos e tratam de temas muitas vezes de ponta, o que os torna mais ágeis do que os livros, textos e a educação formal.

De fato, as informações exploradas têm como tema condutor a necessidade, desde o princípio, da ruptura do processo de descontextualização da MQ utilizada em práticas charlatãs, e a introdução de uma nova conceituação, como concebida pela literatura da área específica. Obviamente, existe uma difusão maior destas questões através de livros técnicos, mas provavelmente a

penetração destes temas em ambientes não acadêmicos é bem menor.

Desta forma, a abordagem desenvolvida, discutindo produtos e serviços com a exploração indevida do termo quântico, é relevante por constituir um caminho que desembocará nos conceitos fundamentais e na necessidade adicional de um conhecimento mínimo da MQ para a sociedade. Deve-se ter em mente que divulgá-la para o público leigo pede por simplicidade. Com esse enfoque, há interesse explícito em transpor uma temática complexa em um material didático de uso direto que extrapole os muros acadêmicos aproximando cada vez mais os cientistas da sociedade e legitimando a ciência. Em caso de utilização em ambientes formais de ensino, pode-se complementar materiais didáticos tradicionais representando uma estratégia didática enriquecedora para a prática do professor.

4. Considerações finais

A MQ tornou-se foco da presente investigação devido à observação de constantes práticas charlatãs amplamente divulgadas na *internet*, ao que se denomina charlatanismo quântico. Teve-se por intencionalidade investigar seus usos equivocados ou distorcidos por meio de estratégias de educação e divulgação científica em rede social. Para isso, foi produzido conteúdo voltado à educação científica de modo a explicitar os conceitos básicos da teoria.

A divulgação científica foi realizada através da rede social *Instagram* e por meio da construção de uma cartilha digital, que compila os temas da MQ e envolveu exemplos atraentes de práticas indevidas sendo utilizados para instrumentalizar os cidadãos, incentivando-os a uma postura crítica dentro da sociedade. Ainda, de um estudo de campo exploratório com moradores da região da Chapada Diamantina – BA, voltado a conhecer as concepções prévias, conclui-se que, dos fatores sociais e culturais externos à comunidade científica que envolve a MQ, a sociedade tem sido conduzida a enganos por falta de acesso ao conhecimento científico aceito. Logo, lançou-se estímulos para a educação científica de modo a prestar auxílio na quebra do círculo vicioso da circulação de pseudociências transmitidas como ciência.

Foi realizada uma introdução bastante suave da MQ, que pode ser aproveitada mesmo por aqueles que nunca cursaram uma disciplina na área. Esta abordagem é importante para possibilitar o cumprimento do ideal da educação científica, dando aos cidadãos meios para discutir criticamente o misticismo e suas consequências.

Dentro das diversas possibilidades quanto a incentivos para a educação científica na área da MQ, uma que se apresenta relevante, e que foi reforçada pelos resultados da pesquisa, é a exposição dos perigos da descontextualização, o que merece grande atenção dos pesquisadores desse campo de conhecimento. Na atualidade, todo tipo de informação circula na sociedade, inclusive por meio das redes sociais e *internet*, portanto, é preciso ocupar esses espaços para difundir a MQ e seus fundamentos, aceitos pela comunidade científica na contemporaneidade. Nesse sentido, os produtos da pesquisa são exemplos relevantes pois, além de apresentar alguns dos principais conceitos fundamentais, expõem o que de fato é estudado pela teoria, afastando interpretações equivocadas ou mal intencionadas.

Ao que parece, a apropriação e descontextualização da MQ por grupos sociais não pode ser controlada e, numa sociedade livre, não pode ser vetada. O problema exposto só pode ser resolvido através da construção de um olhar crítico e de uma cultura argumentativa. Portanto, é importante que os pesquisadores e cientistas da área busquem democratizar o conhecimento científico para alcançar uma educação científica mínima voltada a esta temática. As propostas apresentadas de divulgação científica realizada em rede social e por meio da cartilha digital constituíram material rico para uma formação básica em MQ de interessados na física, e os livros e artigos indicados serão também bem-vindos para incentivar a educação científica.

À guisa de conclusão, sabendo que a MQ em si segue em rápido desenvolvimento, configurando, inclusive, ferramenta crucial para o avanço da tecnologia de ponta, é fundamental que um leitor pouco familiarizado com as nuances, sutilezas e postulados da MQ reconheça-a enquanto aplicável e mensurável, mas totalmente distante das relações com curas e terapias alternativas.

Agradecimentos

Agradecemos a todas as pessoas respondentes dos questionários propostos, bem como ao Instituto Federal da Bahia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM 2020/2021).

Referências

- [1] F.F.S. Cruz, em: *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*, editado por O. Freire Júnior, O. Pessoa Junior e J.L. Bromberg (EDUEPB, Campina Grande, 2011).
- [2] A. Cipriano e R. Silva, *Blockbuster: as 10 maiores bilheterias de todos os tempos. FORBES, 2021*, disponível em: <https://forbes.com.br/forbeslife/2021/04/blockbuster-as-10-maiores-bilheterias-de-todos-os-tempos/#foto9>, acessado em 14/10/2021.
- [3] P.H. Dionísio, *Cadernos IHU Ideias* **2**, 1 (2004).
- [4] F.F.S. Cruz e S.M.S. Cruz, em: *VII ENPEC, Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências* (Florianópolis, 2009).
- [5] J. Harris, *Skeptic* **20**, 28 (2015).
- [6] S.S.L. Machado e F.F.S. Cruz, em: *15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia* (Florianópolis, 2016).
- [7] O.F. Pessoa JR., em: *Teoria Quântica – Estudos históricos e implicações*, editado por O. Freire JR., O.F. Pessoa JR. e J.L. Bromberg (Livraria da Física, São Paulo, 2010), p. 281.
- [8] L. Bardin, *Análise do conteúdo* (Edições 70, São Paulo, 2011).
- [9] A. Einstein, *Annalen der Physik* **17**, 132 (1905).
- [10] N.I. Bohr, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* **26**, 1 (1913).
- [11] L. De Broglie, *Recherches sur la théorie des quanta*. Tese de Doutorado, Universidade de Sorbonne, Paris (1924).
- [12] C.J. Davissou e L.H. Germer, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **14**, 317 (1928).
- [13] N. Bohr, *Nature* **121**, 580 (1928).
- [14] T.I. Young, *Philosophical transactions of the Royal Society of London* **94**, 1, (1804).
- [15] G.P. Thomson e A. Reid, *Nature* **119**, 890 (1927).
- [16] G.A.M. Bernardo, *A ciência do surpreendentemente pequeno: uma sequência didática para a nanociência e nanotecnologia no ensino médio*. Trabalho de Conclusão de Curso, Campina Grande (2019).
- [17] E.C. Valadares, *Aplicações da física quântica: do transistor à nanotecnologia* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2005).
- [18] D. Allchin, *Science & Education* **13**, 179 (2004).
- [19] R.G. Molina, *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* **81**, 25 (2015).
- [20] A. Alves-Brito, N.T. Massoni e R.R. Guimarães, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **37**, 1598 (2020).
- [21] N.T. Massoni, M.A. Moreira e M.T.X. Silva, *Revista Thema* **15**, 905 (2018).

- [22] L.F.M. Rosa, *Explorando a inserção de tópicos de física quântica em uma escola estadual: um estudo sob a luz da perspectiva sociocultural*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (2019).
- [23] R. Scholz, S. Wessnigk e K.A. Weber, *European Journal of Physics* **41**, 055304 (2020).
- [24] A.C. Silva e M.J.P.M. Almeida, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **28**, 624 (2011).
- [25] I.J.C. Paulo e M.A. Moreira, *Ciência & Educação* **17**, 421 (2011).
- [26] A.C. Pinto e J. Zanetic, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **16**, 7 (1999).
- [27] D. Pigozzo, *Do místico ao quântico: O emaranhamento de cosmovisões no desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (2021).
- [28] A.F. Hoernig, N.T. MassonI e D. Hadjimichief, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **43**, e20210044 (2021).
- [29] N. Lima, C. Cavalcanti e F. Ostermann, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **43**, e20200270 (2020).
- [30] R.G.G. Amorim, W.C. Santos, A.P. Ibaldo, A.E. Santana e S. Simon, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **43**, e20210076 (2021).
- [31] S.S.L. Machado, *Implicações culturais da teoria quântica: Caminhos Metafóricos e as Apropriações Indébitas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (2017).
- [32] A.C. Gil, *Como elaborar projetos de pesquisa* (Atlas, São Paulo, 2002) 4^a ed.
- [33] C.C. Prodanov e E.C. Freitas, *Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (Feevale, Novo Hamburgo, 2013), 2^a ed.
- [34] S.B. Miranda e R.S. Souza, *Desconstruindo o Charlatanismo Quântico* (IFBA, Seabra, 2021).
- [35] P. Backer, *Gestão ambiental: A administração verde* (Qualitymark, Rio de Janeiro, 1995).
- [36] L.H. Oliveira. *Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração*. Dissertação de Mestrado, Faculdade Cenecista de Varginha, Varginha (2005).
- [37] PORTAL CHAPADA, *Aromaterapia e Barras de ACESS Consciência*, disponível em: <https://portalchapada.com.br/guia/guia/m/massagem-terapeutica/alice-bianchi-em-lencois/>, acessado em 10/02/2021.
- [38] Curso de ThetaHealing acontece no Vale do Capão no início de fevereiro, *Jornal da Chapada*, 18 de janeiro de 2018. Disponível em: <https://jornaldachapada.com.br/2018/01/18/chapada-curso-de-thetahealing-acontece-no-vale-do-capao-no-inicio-de-fevereiro/>, acessado em 10/02/2021.
- [39] TV LOCAL, *Curso Vivencial de Tarô Quântico. 19 de mar. de 2019*, disponível em: <https://www.facebook.com/tvlocal/posts/2178843375666058/>, acessado em 10/02/2021.
- [40] CASTELAR DA ALVORADA, *Acomodações que prometem unir o lazer, o turismo e o sagrado*, disponível em: https://www.castelaralvorada.com/br/bem_estar, acessado em 10/02/2021.
- [41] T.T. Costa, *A apropriação do termo “quântico”: de que forma a física moderna e contemporânea é divulgada por outras áreas de conhecimento*. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro (2013).
- [42] M. L. OLIVEIRA, *Desvios de conceitos da teoria quântica pela bricolagem de não cientistas*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (2018).
- [43] R. Recuero, *Redes Sociais na Internet* (Sulina, Porto Alegre, 2009).
- [44] T.R. Hilger e M.A. Moreira, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* **8**, 52 (2013).
- [45] D.P. Ausubel, *The psychology of meaningful verbal learning* (Grune & Stratton, New York, 1963).
- [46] P. Correia, *Aprendizagem significativa*, disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5748096/mod_resource/content/2/201008-Ausubel-Aprendizagem-Significativa.pdf
- [47] M.A. Moreira, *Aprendizagem significativa* (Editora da UnB, Brasília,1999).
- [48] J. Woods e D. Walton, *Fallacies: selected papers 1972–1982* (Foris/Mouton de Gruyter, Dordrecht, 1989).
- [49] P.S.R. Silva, *Simbiótica*. *Revista Eletrônica* **8**, 133 (2021).
- [50] N. Macrynika, S. Goklani, J. Slotnick e R. Miranda, *Consciousness and Cognition* **51**, 1 (2017).
- [51] J.L.S. Borton, e E.C. Casey, *Self and Identity* **5**, 230 (2006).
- [52] L. Rocha, *Nutricionista promete cura do autismo com “terapia quântica” e causa revolta nas redes sociais*, disponível em: <https://revistaforum.com.br/direitos/nutricionista-promete-cura-do-autismo-com-terapia-quantica-e-causa-revolta-nas-redes-sociais/>, acessado em 29/04/2021.
- [53] J. Campos, *Terapeuta é preso por suspeita de abusar sexualmente de pacientes em Canoas*, disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2020/06/29/terapeuta-e-presos-por-suspeita-de-abusar-sexualmente-de-pacientes-em-canoas.ghtml>, acessado em 29/04/2021.