

# Mecânica Quântica

**Um recorte de informações da internet**



**Adriano Ribeiro Sousa**

Autor:

**Adriano Ribeiro Sousa**

Orientadoras:

**Sílvia Martins**

**Nilva Lúcia Lombardi Sales**

**Produto Educacional**

**Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática**

**Universidade Federal de Uberlândia**

**2022**

## APRESENTAÇÃO

---

Caro (a) professor,

este trabalho é o Produto Educacional vinculado à dissertação “FÍSICA QUÂNTICA, CIÊNCIA E PSEUDOCIÊNCIA: Um olhar analítico sobre o termo quântica na internet”, apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

As reflexões que construímos neste trabalho, buscaram reunir informações básicas sobre ciência e pseudociência que acreditamos ser importantes para as reflexões sobre esse tema. Para ilustrar, trouxemos uma reflexão sobre a Mecânica Quântica e como muitas pseudociências tentam se relacionar com essa ciência.

A nossa preocupação acerca das pseudociências é com relação a facilidade da propagação de informação por meio da internet e outras mídias digitais, que tem o potencial de disseminar o “desconhecimento científico” (BRANCO, 2017, 51-61).

Quando pesquisamos algo na internet, é possível ter acesso a uma grande variedade de informações. Isso pode ocasionar uma certa dificuldade de estabelecer quais são as informações confiáveis, visto que é comum encontrarmos conceitos errados e conteúdos que fomentam discussões pseudocientíficas. O que pode direcionar as pessoas para acreditar nas informações que se adequem às suas crenças e que não levem em consideração o viés científico do tema (SINATRA et. al., 2014; KAHAN et. al., 2010).

Neste sentido, é importante que nós (professores) tenhamos subsídios para fomentar discussões sobre ciência e pseudociência junto aos nossos estudantes. Para isso, apresentamos exemplos do que encontramos como científico e pseudocientífico em uma busca no Google.

Esperamos que façam um ótimo uso deste trabalho!

Atenciosamente,

Prof. Ms. Adriano Ribeiro Sousa  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Silvia Martins  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Nilva Lúcia Lombardi Sales

## Sumário

---

Apresentação .....	3
O QUE É A MECÂNICA QUÂNTICA? .....	5
A NATUREZA DA LUZ.....	5
PRIMEIRO CASO: BOLINHAS DE TÊNIS.....	7
SEGUNDO CASO: NO LUGAR DE BOLINHAS DE TÊNIS, ONDAS DO MAR	9
Apresentando a nossa praia .....	9
Algumas propriedades de ondas .....	11
INTERPRETAÇÕES DA MECÂNICA QUÂNTICA.....	17
O MISTICISMO QUÂNTICO.....	17
PSEUDOCIÊNCIAS E A SUA RELAÇÃO COM A MECÂNICA QUÂNTICA	20
O QUE HÁ NA INTERNET SOBRE MECÂNICA QUÂNTICA? .....	21
Notícias .....	22
Divulgação.....	24
Artigos acadêmicos .....	28
Material didático .....	30
Propagandas.....	31

## O QUE É A MECÂNICA QUÂNTICA?

---

Começaremos tentando trazer informações, do ponto de vista da ciência sobre a Mecânica Quântica, além de elementos da epistemologia para nos ajudar a compreender como (e se) podemos compreender algo como científico ou não.

A Mecânica Quântica é um ramo da física que estuda objetos em que as suas dimensões são muito pequenas (na escala de um átomo). Alguns exemplos de objetos quânticos são os átomos e sua componentes mais elementares como elétrons e quarks. Porém, o comportamento dos objetos quânticos é “estranho” quando comparados com a física clássica. A verdade é que os conceitos da física clássica não se aplicam à Mecânica Quântica (FEYNMAN, 2008, p. 11).

As fronteiras do mundo clássico e do mundo quântico ainda não são muito claras para os pesquisadores da área, pois é difícil definir a partir de qual “tamanho” ou escala as propriedades do objeto deixam de respeitar a teoria quântica. Sabemos que pesquisadores já detectaram propriedades quânticas em objetos que podem ser considerados grandes (para as escalas estudadas na física quântica) como moléculas. Novaes e Studart (2016) trazem 2 casos de moléculas que apresentaram fenômenos quânticos. O primeiro foi experimento publicado na revista *Nature* em 1999 com fulerenos, estruturas que tinham 60 átomos de carbono. O segundo experimento, também foi publicado na mesma revista em 2011, com moléculas de até 430 átomos.

Para conhecermos um pouco mais sobre a mecânica quântica, podemos começar analisando o caso da natureza da luz.

### A NATUREZA DA LUZ

Esse experimento, que é um exemplo típico para falar das propriedades do mundo quântico, consiste em uma montagem muito simples. A montagem dele consiste em duas paredes que chamaremos de anteparos. Esses anteparos serão colocados dispostos paralelamente entre si. Além disso, o primeiro anteparo tem duas aberturas de tamanhos iguais (que vamos dar o nome de fendas).

Também há um detector no anteparo do fundo para registrar por onde que o objeto lançado bateu neste anteparo. Há ainda um disparador automático, posicionado a frente do anteparo com as duas fendas, que pode arremessar bolinhas de tênis, emitir ondas, luz e elétrons. A montagem experimental pode ser representada pela figura 1.

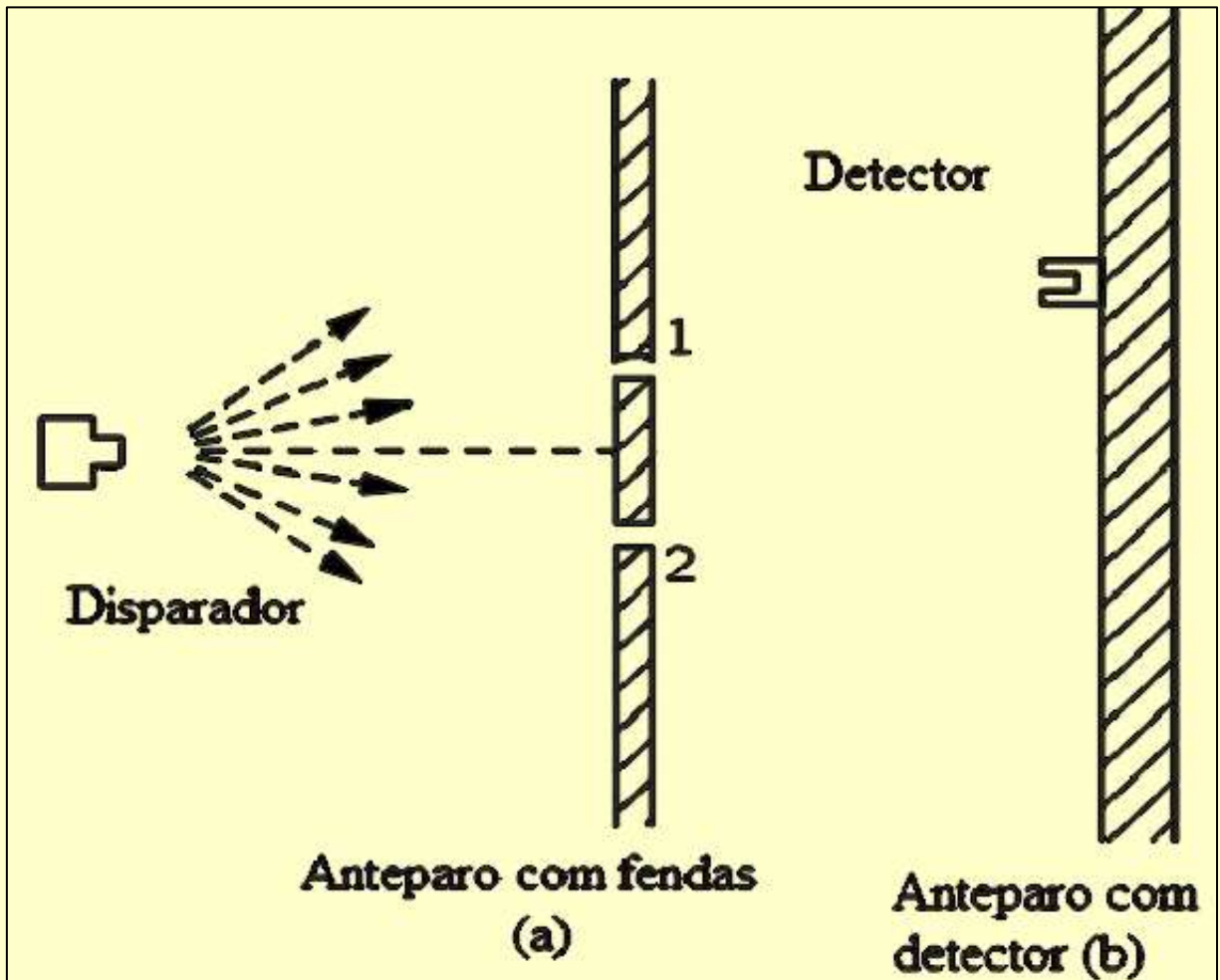


Figura 1 – Esquema de montagem do experimento conhecido como fenda dupla.  
Adaptado de Feynmann, R. (Lições de Física de Feynman, vol. 3, 2008, p. 1-3)

Vamos levar essa montagem experimental para algumas situações. Assim vamos buscar compreendermos melhor a ideia por traz do experimento da dupla fenda.

## PRIMEIRO CASO: BOLINHAS DE TÊNIS

Primeiramente vamos pensar nesse experimento como uma quadra de tênis. A rede da quadra tem duas passagens em que as bolinhas conseguem atravessar até o fundo da quadra. Vamos apontar o disparador automático de forma que ele só consiga disparar bolinhas ao longo de toda a rede, ou seja, o disparador cobrirá um ângulo de disparo correspondente ao tamanho da rede e é capaz de disparar várias bolinhas por minuto. No fundo da quadra, há um detector que consegue registrar onde a bolinha colidiu na parede.



Figura 2 – Disparador de bolinhas.

Antes de ligar o disparador e ver como seria o comportamento desse experimento, vamos tentar imagina-lo. Vamos fazer algumas suposições que podemos esperar do comportamento desse experimento.

- 1) A maioria das bolinhas não passarão pelas fendas e ficarão antes da rede;
- 2) As bolinhas que conseguem passar pelas fendas, serão detectadas em regiões próximas ao centro da parede;
- 3) As bolinhas que conseguem passar têm poucas chances de serem detectadas nas extremidades da parede do fundo.

Podemos descrever graficamente essas suposições, vamos chegar ao gráfico da figura 3.

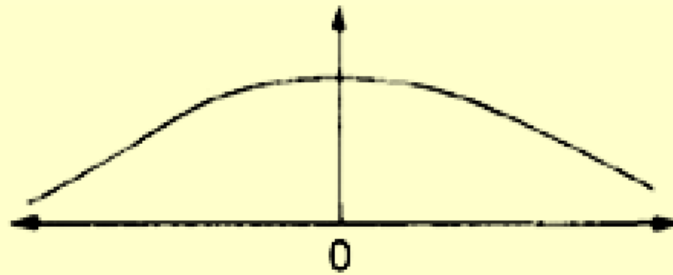


Figura 3 – Probabilidade de o detector registrar a bolinha ao longo da parede.

Vamos entender o que esse gráfico nos diz. A curva do gráfico nos mostra as prováveis localizações que as bolinhas podem aparecer ao longo da parede. Percebe-se que o ponto zero do gráfico representa o meio da parede e, de acordo com as nossas suposições, é o local em que encontraremos a maior incidência de bolinhas.

Essa situação representa as 3 suposições que fizemos para o comportamento desse experimento. Porém, podemos modifica-lo de duas formas, tampando uma das duas fendas das bolinhas, de cada vez. Então, o que aconteceria se fizéssemos isso? Podemos fazer outras suposições para essa nova configuração do experimento.

Se tamparmos uma das fendas, será muito improvável que o detector registre alguma bolinha do lado que a fenda está bloqueada. Deixando as coisas um pouco mais claras, vamos ver a figura 4.

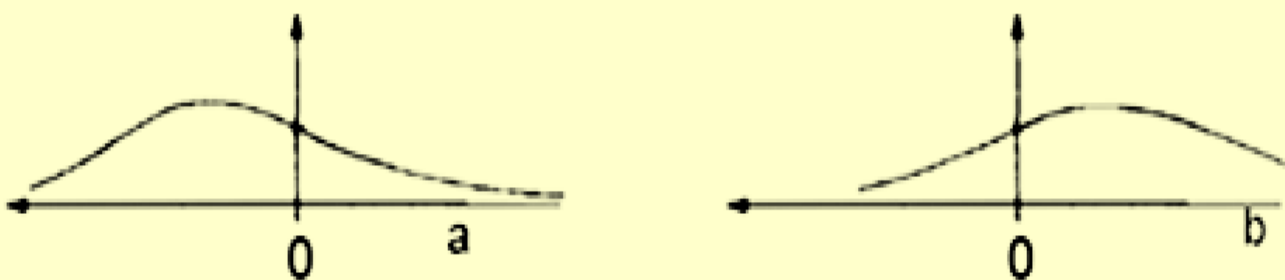


Figura 4 – (a) Probabilidade de o detector registrar a bolinha caso a fenda 2 esteja fechada; (b) Probabilidade de o detector registrar a bolinha caso a fenda 1 esteja fechada. Adaptado de Feynmann, R. (Lições de Física de Feynman, vol. 3, 2008)



Podemos ver graficamente pela figura 4 que, ao fecharmos uma das fendas, a probabilidade de o detector registrar a bolinha está mais próxima da região em que a fenda está aberta. Como estamos falando sobre probabilidades, o que aconteceria se nós somássemos as probabilidades da figura 4 (a) e (b)? O resultado é simples, pois a soma dessas duas probabilidades resulta no gráfico da figura 3.

Sendo assim, ao deixarmos as duas fendas abertas, a probabilidade de registrar uma bolinha atirada pelo disparador é concentrada mais ao centro da parede do que em suas extremidades. Mas, se fecharmos uma das fendas, essas probabilidades seguirá o padrão apresentado na figura 3. Podemos, então, chegar esse padrão das bolinhas de padrão de partículas, já que cada bola pode representar uma partícula.

## **SEGUNDO CASO: NO LUGAR DE BOLINHAS DE TÊNIS, ONDAS DO MAR**

### **Apresentando a nossa praia**

O experimento descrito com bolinhas de tênis pode ser substituído por uma montagem muito semelhante, mas agora vamos ver como essa mesma montagem se comportaria com ondas. E qual seria o melhor lugar para estudarmos ondas se não a praia? Então vamos à praia ver como seria esse experimento.

A praia que sugerimos é a praia das conchas em Cabo Frio – RJ. Ela tem uma característica muito interessante, pois ela tem um formato da letra C, como podemos ver na figura 5.



Figura 5 – Praia das Conchas<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Disponível em: [temporalivre.com/en/aluguel-temporada/brasil/rio-de-janeiro/cabo-frio/braga/66646-](http://temporalivre.com/en/aluguel-temporada/brasil/rio-de-janeiro/cabo-frio/braga/66646-)

Pela figura 5, podemos ver que há uma fenda bem clara. Para a nossa montagem experimental ser parecida com a montagem da figura 1, temos que imaginar que há uma pequena ilha no centro da fenda. Assim, vamos ter duas fendas e teremos algo semelhante à montagem que queremos e está representada na figura 6.

Agora falta o anteparo ao fundo, onde teremos o nosso detector. A parte da areia da praia é de forma circular e não servirá para os nossos propósitos. Então vamos passar uma boia de segurança de ponta a ponta, conforme ilustrado em preto na figura 5, para representar onde o nosso detector ficará. Com essas adaptações na praia das conchas, podemos ver o comportamento de ondas no experimento da dupla fenda.



Figura 6 – Praia das Conchas. Adaptada.

Mas antes de irmos ao nosso experimento, vamos passar por alguns conceitos sobre ondas.

## Algumas propriedades de ondas

As ondas têm propriedades muito particulares que as diferem de partículas. Em sua definição, ondas podem ser consideradas como uma transmissão de energia de um ponto ao outro sem o transporte de matéria (Nussenzveig, 2014, p. 125). A partir dessa definição, podemos explorar ainda mais o conceito de ondas analisando as suas propriedades físicas como a velocidade, os seus formatos e tamanhos.

Em geral, quando pensamos em ondas temos algo parecido com a figura 7.

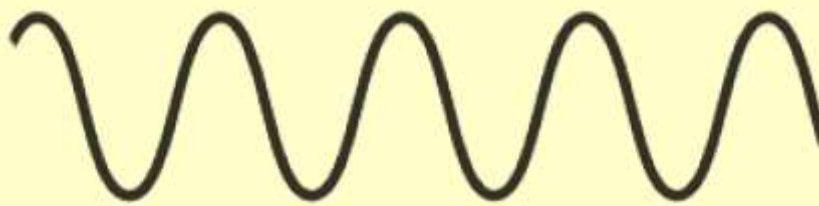


Figura 7 – Representação de Ondas. Fonte: O autor.

Um movimento que vai para cima e para baixo constantemente. Essa forma, matematicamente possui o nome de senoidal, e é uma boa forma de representar algumas características das ondas. Vamos ver algumas dessas características esboçadas na figura 8.

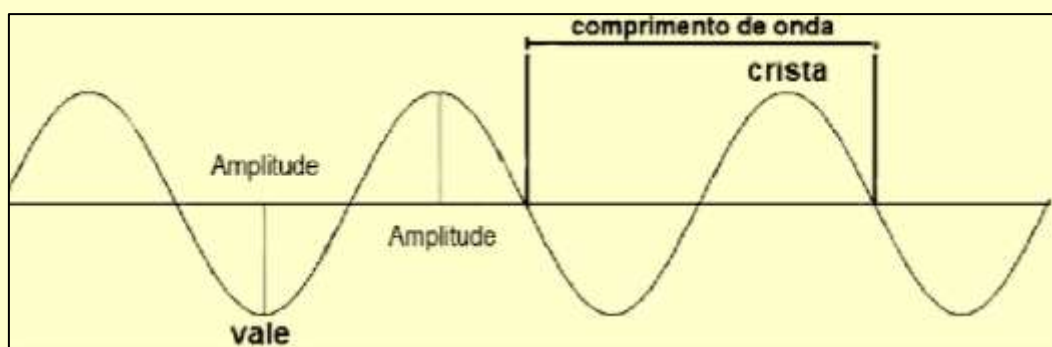


Figura 8 – Características das ondas<sup>2</sup>. Adaptado.

No movimento de sobe e desce, percebemos que as ondas tem um ponto mais alto e um ponto mais baixo. Esses dois pontos recebem os nomes de crista e vale, respectivamente. Nessa representação de onda, é notório que existe uma

<sup>2</sup>Disponível em: [8th Science - 8th grade Science - Mrs. Woodard \(weebly.com\)](http://8th Science - 8th grade Science - Mrs. Woodard (weebly.com))

distância do quanto a onda sobe e do quanto ela desce. Essa distância recebe o nome de amplitude.

Há também uma outra característica muito importante nas ondas chamada de comprimento de onda, que é representado de uma crista até a outra crista, ou de um vale até outro vale, ou, generalizando, de um ponto até encontramos a repetição desse ponto ao longo da onda. Na figura acima representamos pela distância entre dois nós equivalentes. Além dessas características apresentadas visualmente pela figura 7, as ondas ainda podem ser classificadas como mecânicas ou eletromagnéticas. Essa classificação determina se a onda tem a capacidade, ou não, de se propagar em meios que não possuem matéria. Assim, as ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagarem enquanto as ondas eletromagnéticas não.

Até aqui vimos um pouco sobre o que podemos considerar como ondas. No caso que queremos analisar, essas características não são as mais relevantes. O que realmente irá importar para nós são as próximas características que vamos ver: a interferência e a difração. Quando duas ondas se propagam por um meio e se encontram, ocorre um fenômeno chamado de interferência. Essa interferência pode fazer com que as cristas ou os vales dessas ondas se somem, causando uma interferência construtiva; ou também que a crista de uma onda se anule com o vale da outra onda, causando uma interferência destrutiva. Essas interferências estão dispostas na figura 9.

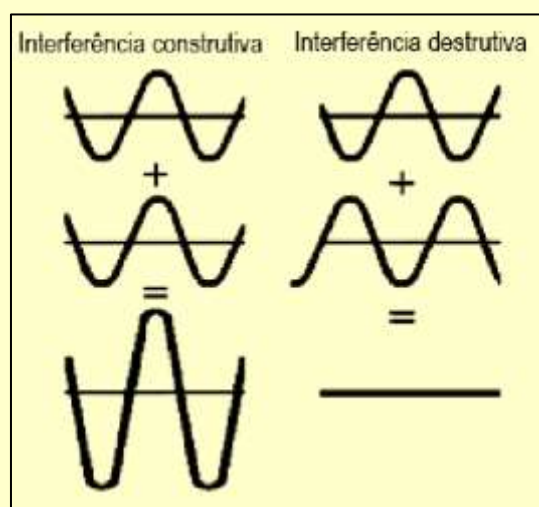


Figura 9 – Interferências em ondas<sup>3</sup>. Adaptado.

<sup>3</sup> Disponível em: [Glossário RGCI, I, Interferência entre ondas \(aprh.pt\)](http://glossario.rgci.org.br/interferencia-entre-ondas)



Essas interferências são muito importantes para compreendermos o experimento da dupla fenda com ondas e veremos mais sobre essa característica das ondas quando formos voltarmos ao experimento. Para finalizar esse resumo sobre ondas, também devemos citar a característica que as ondas possuem de contornar obstáculos chamada de difração. De acordo com a figura 10, podemos ver um barco produzindo ondas na água em direção à areia. Essas ondas conseguem atravessar os obstáculos, formando uma nova frente de onda. Ou seja, é como se na fenda estivesse sendo produzida uma nova onda que vai se propagar em frente.

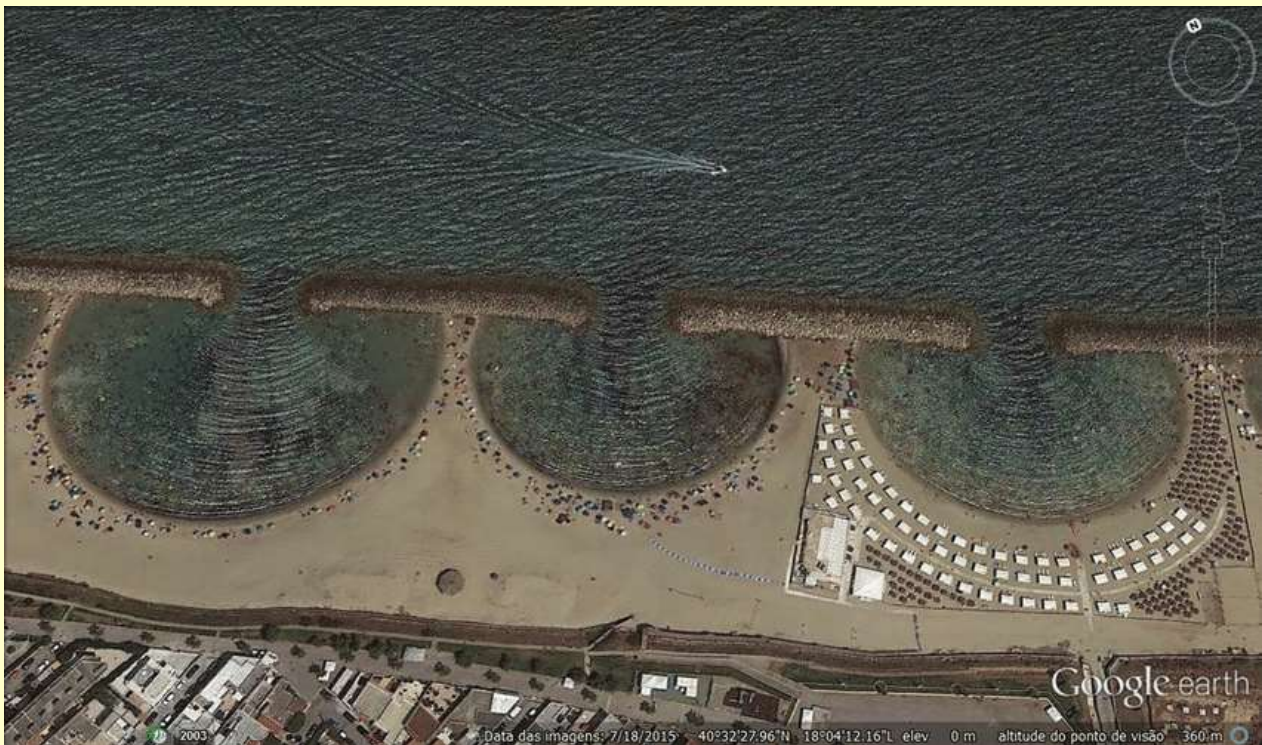


Figura 10 – difração de ondas do mar. Fonte: Google Earth.

Esquemáticamente podemos representar a situação apresentada conforme a figura 11.

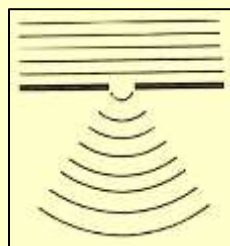


Figura 11 – difração de ondas<sup>4</sup>. Adaptado.

<sup>4</sup> Disponível em: [Óptica: o que é, teoria, exercícios, exemplos e aplicações \(todoestudo.com.br\)](http://optica: o que é, teoria, exercícios, exemplos e aplicações (todoestudo.com.br))

## Após um resumo de ondas, voltaremos à nossa praia...

De volta à nossa praia preparada para ser analisada experimentalmente. Vamos trazer novamente a figura 6 para lembramos de como “montamos” a nossa praia.



Figura 6 – Praia das Conchas modificada.

As ondas que vem do alto mar, vão passar por essas duas fendas e serão detectadas, formando assim uma imagem (que vamos chamar de padrão de onda) nas boias de segurança. As ondas quando passam pelas fendas, sofrem os fenômenos que vimos em nosso resumo, a difração, isto é, essas ondas contornam os obstáculos, e, posteriormente a interferência entre as duas novas frentes de onda que surgem. Assim, vamos ter interferências construtivas e destrutivas que será formado o seguinte padrão de interferência, que é típico de ondas de qualquer natureza:

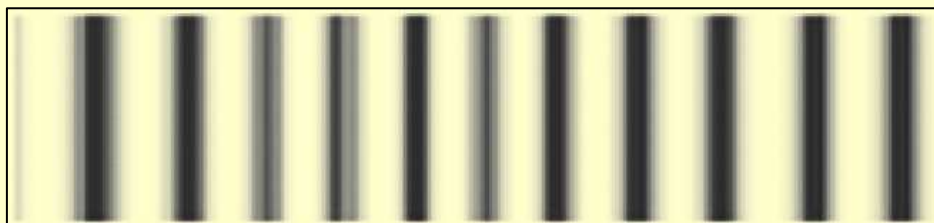


Figura 12 – Padrão de interferência de ondas<sup>5</sup>. Adaptado.

<sup>5</sup> Adaptado de Pessoa Junior (2006, p.90)

Essa montagem experimental nos diz o seguinte: caso o comportamento do experimento siga o padrão das bolinhas, temos partículas; caso se comporte como o padrão de interferência, temos ondas. Porém, essa situação é um pouco diferente quando aplicamos essa montagem experimental aos elétrons.

## O caso com elétrons

Por fim, vamos analisar a montagem experimental com um disparador de elétrons conforme a figura 13.

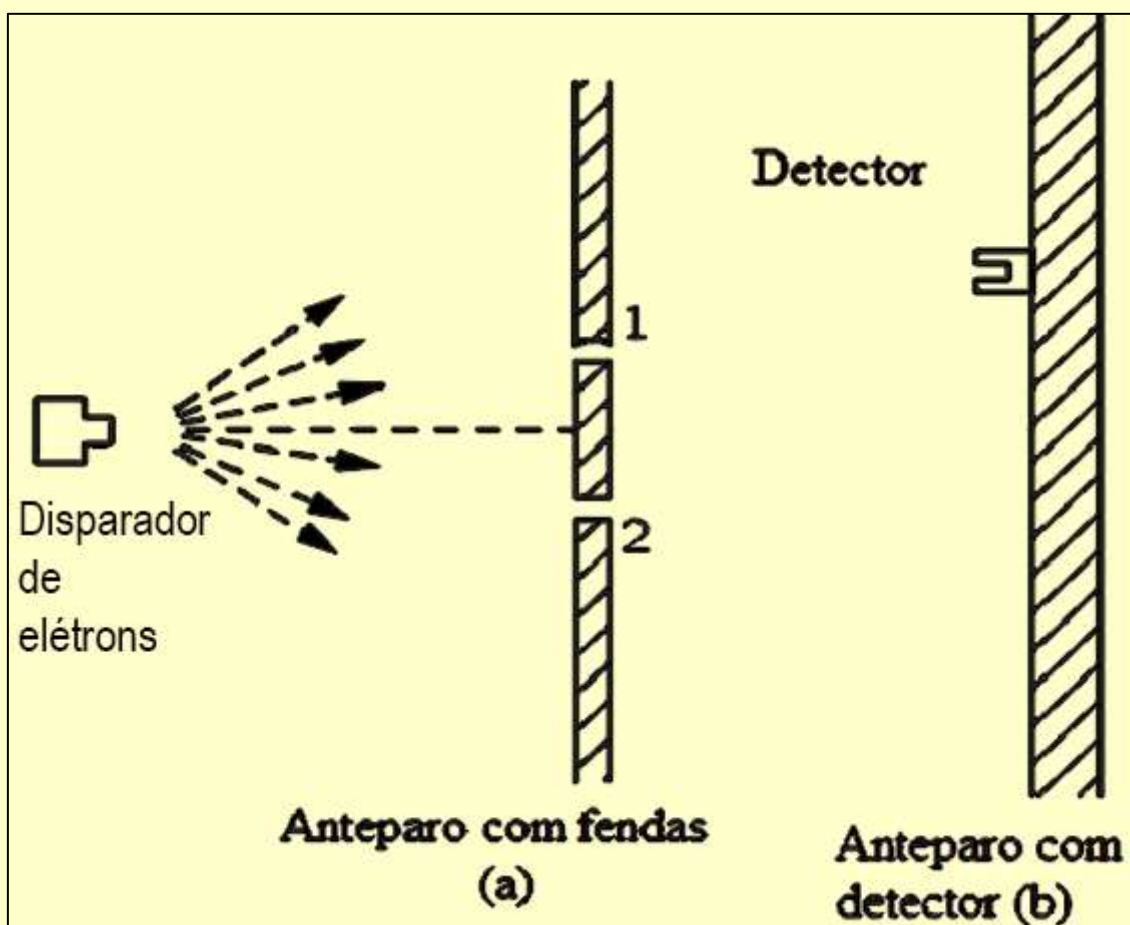


Figura 13 – Montagem experimental com disparador de elétrons.  
Adaptado de Feynmann, R. (Lições de Física de Feynman, vol. 3, 2008, p. 1-3).

Começando o experimento lançando poucos elétrons, vamos perceber que o detector é capaz de mapeá-los e determinar a posição ao longo do anteparo (b), mas não conseguimos observá-los, teremos apenas um registro de como o elétron se comportou. Como disparamos poucos

elétrons em unidades, a nossa primeira suposição é que eles deveriam formar um padrão que seja parecido com o que visualizamos nas bolinhas. No entanto, surpreendentemente isso não ocorre e o que se obtém na prática é o padrão de ondas.

Neste caso, podemos supor que os elétrons se comportam de duas formas:

- 1) Os elétrons podem ser interpretados como partículas, já que podemos disparar um a um ao longo do tempo;
- 2) Os elétrons podem ser interpretados como ondas, pois o padrão detectado pela montagem experimental apresenta o padrão ondulatório.

Se adaptarmos a nossa montagem experimental da figura 12 e colocar uma fonte de luz entre os dois anteparos, vamos perceber que o elétron pode se comportar de outra maneira. Quando aplicamos essa modificação experimental, o elétron passa a ter um comportamento de partícula. Assim, quando temos uma fonte de luz, o elétron se comporta como partícula e, por outro lado, quando retiramos essa fonte de luz, o elétron se comporta como onda.

Uma conclusão que podemos tirar disso é que:

- 1) Quando observamos o experimento com uma fonte de luz, o elétron se comporta como partícula;
- 2) Quando não temos uma observação direta, ou seja, sem a fonte de luz, o elétron se comporta como onda.

Esse é um dos grandes mistérios da física quântica. Um objeto pode ser pensado como onda e partícula, dependendo de como é feito o experimento. Isso nunca havia sido detectado na física clássica e o pensamento de que uma partícula pode se comportar como onda instiga os cientistas até hoje.



## INTERPRETAÇÕES DA MECÂNICA QUÂNTICA

---

A dualidade onda-partícula é algo que não conseguimos entender utilizando os conceitos da física clássica e gera dúvidas até mesmo com os conceitos da física quântica. É contra intuitivo imaginar que uma partícula pode se comportar como uma perturbação que se transmite entre dois pontos no espaço e não há o transporte de matéria, tal como, por outro lado, também é ilógico pensar que uma onda tenha uma trajetória bem definida no espaço ao longo do tempo, pois elas são contínuas e espalhadas. A partir de dois conceitos antagônicos, como algo poderia ser, ao mesmo tempo, onda e partícula?

Um dos grandes problemas do experimento da fenda dupla é o que acontece antes da medição no anteparo. Não sabemos caracterizar esse fenômeno, mas podemos pensar em interpretações a respeito disso. Há várias interpretações da teoria quântica sendo que muitas delas extrapolam as previsões dos resultados experimentais, não tendo um mínimo formalismo científico que as sustentem como interpretações relacionadas a visões místicas do mundo.

Pessoa Jr. (2011) traz cinco grupos de interpretações da teoria quântica:

- 1) Interpretação Ondulatória Realista;
- 2) Interpretação Corpuscular Realista;
- 3) Interpretação Dualista Realista;
- 4) Interpretação Dualista Fenomenalista
- 5) Interpretação Corpuscular fenomenalista.

## O MISTICISMO QUÂNTICO

---

A relação entre a mecânica quântica e diferentes interpretações filosóficas teve início com cientistas que estudavam e desenvolveram essa ciência. Marin (2009) diz que os fundadores da teoria quântica discutiram as relações entre a consciência e a mecânica quântica no famoso congresso de Solvay em 1927.

Abrindo espaço para uma ligação entre esta teoria e elementos da psicologia e outras áreas, aproximando-se de interpretações místicas.

Um embate entre Einstein e Bohr ilustra as discussões sobre os termos místicos da teoria quântica. “A controvérsia começou quando Einstein acusou Bohr de introduzir elementos subjetivos à mecânica quântica, um ‘misticismo’ incompatível com a ciência” (MARIN, 2009, p. 808, em tradução livre). No entanto, Bohr negou essas acusações, em que ele discordava que a mecânica quântica necessitava de um observador consciente, mas simpatizava com a hipótese de que poderia haver uma relação entre consciência e física quântica. Apesar da simpatia de Bohr, ele nunca se convenceu desse argumento em seus trabalhos.

A ideia central acerca do viés místico da mecânica quântica é a necessidade de um observador consciente no resultado dos experimentos sobre mecânica quântica (SAITO e GURGEL, 2016). Com isso, podemos definir o misticismo quântico como:

## **O misticismo quântico trata-se de interpretações sobre a mecânica quântica que atribuem fenômenos quânticos à nossa consciência e espiritualidade.**

### **Pessoa Jr. (2011)**

Pessoa Jr. (2011) sugere que o misticismo quântico é um fenômeno cultural que está fortemente disseminado na sociedade e existem várias visões que estabelecem uma relação entre a consciência e a física quântica.

Uma importante consequência sobre o misticismo quântico está relacionada com pseudociência que traz a comercialização de produtos e serviços quânticos (livros, colchões, café, terapias, cursos entre outros) e uma relação com questões espirituais e religiosas (SOUZA CRUZ, 2009, p. 3).

Assim, ao discorrer sobre os produtos ditos “quânticos”, há um grande apelo para a crença das pessoas e se sustentam com a venda de produtos como livros ou cursos, aproximando essa prática do conceito de pseudociência (SEIFE, 2000; COKER, 2007).

**Quadro I** - Comparação de aspectos científicos com pseudocientíficos

	<b>Ciência</b>	<b>Pseudociência</b>
Comunicação com a população	Suas descobertas são comunicadas, principalmente, por meio de periódicos científicos, que são revisados por colegas e mantêm padrões rigorosos de honestidade e acurácia.	A literatura visa o público em geral. Não há revisão, padrões, verificação que preceda a publicação, nem exigência de precisão e acurácia.
Resultados das pesquisas	Exigem-se resultados reproduzíveis; os experimentos devem ser descritos de forma precisa, para que se possa repeti-los à exatidão ou melhorá-los.	Não se consegue reproduzir ou verificar os resultados. Os estudos, quando há, são descritos de modo tão vago que se torna impossível descobrir o que foi feito ou como foi feito.
Aprofundamento do conhecimento	Buscam-se e estudam-se as falhas atentamente, pois teorias incorretas amiúde levam a conclusões corretas, mas nenhuma teoria correta leva a previsões incorretas.	As falhas são desprezadas, desculpadas, escondidas, falsificadas, amenizadas, racionalizadas, esquecidas, evitadas a todo custo.
	Com o passar do tempo, mais e mais se aprende sobre os processos físicos em estudo.	Nunca nenhum fenômeno ou processo físico é descoberto ou estudado. Nenhum progresso é feito; nada de concreto é aprendido.
Convencimento	Convence pelo apelo à evidência, por argumentos fundados em raciocínio lógico e/ou matemático, procurando extrair a melhor informação que os dados permitam. Quando evidência mais recente contradiz ideias antigas, estas são descartadas	Convence apelando à fé e à crença. A pseudociência tem um forte componente quase-religioso: tenta converter, não convencer. Você deve acreditar apesar dos fatos, não por causa deles. Nunca se abandona a ideia original, qualquer que seja a evidência.
Comercialização das práticas	Não defende ou comercializa práticas ou produtos não comprovados.	Parte ou a totalidade de sua renda provém da venda de produtos duvidosos (tais como livros, cursos, suplementos dietários), e/ou serviços pseudocientíficos (tais como horóscopos, leituras de personalidade, mensagens de espíritos e previsões).

**Fonte:** Adaptado de Coker, R. (2007).

# PSEUDOCIÊNCIAS E A SUA RELAÇÃO COM A MECÂNICA QUÂNTICA

A ciência possui uma gama de visões sobre a sua interpretação tornando-a muito difícil de ser definida. Não conseguimos caracterizar uma visão como a correta, mas é possível buscar características que fazem o pensamento científico. Podemos destacar que a ciência possui métodos que se adequam as particularidades de cada ramo da ciência e que as teorias não são constantes, mas estão sujeitas a mutações a luz de novas descobertas (Moreira e Massani, 2016).

As pseudociências buscam a sua validação a partir de afirmações que se dizem científicas, mas não são. Elas se sustentam em crenças e apelos à fé, mesmo não apresentando dados que sustentem as suas informações. Resumidamente... as pseudociências tentam se parecer ciência, mas não compartilham das mesmas bases de estudos.

Pessoa Jr. (2011, p. 294 – 295) diz que o misticismo quântico atingiu um patamar cultural na sociedade. O autor apresenta as principais teses sobre o misticismo quântico em seu [trabalho](#)<sup>6</sup>. Alguns dos principais pontos sobre os argumentos místicos sobre a teoria quântica estão relacionados com a gênese da consciência humana e o poder de escolha do indivíduo. Assim, os místicos veem na mente humana grandes possibilidades de relacioná-la com a teoria quântica em um viés espiritual.

Outro ponto que a mecânica quântica sofre com relação às pseudociências é na comercialização de produtos e serviços levam o nome **quântico** para se demonstrarem como científicos. São terapias, médicos, coaches, medicamentos e várias outras coisas que podemos encontrar para comprarmos, mas que não apresentam princípios de funcionamento nos termos da mecânica quântica.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <https://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/MQ-Paraiba-Scan.pdf>

## O QUE HÁ NA INTERNET SOBRE MECÂNICA QUÂNTICA?

A pesquisa que resultou na organização deste Produto Educacional buscou trazer à tona as informações sobre a mecânica quântica disponíveis na internet, em uma busca no Google. A partir disso, buscamos compreender como essas informações se distribuíram entre ciência e pseudociência e trouxemos elementos que nos ajudaram a entender o fenômeno do misticismo quântico presente na internet.

A internet é um local muito amplo para a busca de informações sobre qualquer assunto e a ciência se engloba. Ao olharmos para como o termo **QUÂNTICA** está presente na internet, em uma simples busca no google, nos deparamos com informações científicas e pseudocientíficas.

Buscamos, com isso, trazer à tona e organizar alguns espaços na internet (links encontrados na busca), de acordo com sua relação com a ciência ou pseudociência, em especial nos apoiaremos nas definições apresentadas por Coker (2007).

Fizemos uma análise dos links e categorizamos da forma apresentada na tabela 1:

**Tabela 1** – Categorias resumidas dos links em ciência e pseudociência.

<b>Categoria</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Ciência</b>	<b>Pseudociência</b>
1) Notícias	7	7	0
2) Divulgação	42	37	5
3) Propagandas	8	2	6
4) Artigos acadêmicos	19	18	1
5) Material didático	12	12	0
6) Outros	13	10	3
<b>Total</b>	<b>101</b>		

Fonte: Do autor.

Ao digitarmos **QUÂNTICA** no Google, foi possível identificar aproximadamente 9 milhões de links a respeito do termo, porém, nos restringimos às 10 primeiras páginas do Google devido ao excesso de repetições de links. Isso nos resultou em uma análise de 101 links, organizados em 6 categorias que vamos apresentar a seguir.

## Notícias

A categoria notícias, cujos links apresentam materiais que relataram algum acontecimento acerca do termo quântica ou quântico. Essa categoria resultou em 7 links em que os conteúdos se organizaram da seguinte maneira:

Tabela 2 – Subcategorias de notícias.

Subcategoria	Quantitativo	Links
Computação e comunicação quântica	3	<a href="#">Link 1</a> ; <a href="#">link 2</a> , <a href="#">link 3</a> e <a href="#">link 4</a>
Plataforma de desenvolvimento de computação quântica	1	<a href="#">Link 5</a>
Publicação científica	2	<a href="#">Link 6</a> e <a href="#">link 7</a>

Fonte: Do autor.

Ao analisar o conteúdo de cada link, percebemos que não houveram elementos pseudocientíficos associados à essa classificação. Um fato que podemos caracterizar as informações presentes nestes links é a presença de fontes bibliográficas que levam o leitor até a publicação dos artigos científicos como é apresentado na figura 14, referente ao [link](#)

**Figura 14** – Montagem com o trecho do link de notícia em que o autor cita um trabalho científico para fundamentar o texto e disponibiliza o link para o artigo, com o recorte do artigo no destaque da imagem.

Link

Em um estudo publicado hoje na *Nature*, cientistas chineses detalham a transmissão de uma chave secreta escrita com pares de fótons —partículas de luz— entrelaçados. Os fótons são emitidos pelo satélite Micius, que o instal

Article

## Entanglement-based secure quantum cryptography over 1,120 kilometres

https://doi.org/10.1038/s41586-020-2401-y

Received: 15 July 2019

Accepted: 13 May 2020

Published online: 15 June 2020

Check for updates

Juan Yin<sup>1,2,3</sup>, Yu-Huai Li<sup>1,2,3</sup>, Sheng-Kai Liao<sup>1,2,3</sup>, Meng Yang<sup>1,2,3</sup>, Yuan Cao<sup>1,2,3</sup>, Liang Zhang<sup>2,3,4</sup>, Ji-Gang Ren<sup>1,2,3</sup>, Wen-Qi Cai<sup>1,2,3</sup>, Wei-Yue Liu<sup>1,2,3</sup>, Shuang-Lin Li<sup>1,2,3</sup>, Rong Shu<sup>2,3,4</sup>, Yong-Mei Huang<sup>5</sup>, Lei Deng<sup>6</sup>, Li Li<sup>1,2,3</sup>, Qiang Zhang<sup>1,2,3</sup>, Nai-Le Liu<sup>1,2,3</sup>, Yu-Ao Chen<sup>1,2,3</sup>, Chao-Yang Lu<sup>1,2,3</sup>, Xiang-Bin Wang<sup>2</sup>, Feihu Xu<sup>1,2,3</sup>, Jian-Yu Wang<sup>2,3,4</sup>, Cheng-Zhi Peng<sup>1,2,3,5,6</sup>, Artur K. Ekert<sup>7,8</sup> & Jian-Wei Pan<sup>1,2,3,5,6</sup>

Fonte: Do autor.

A indicação de referências reconhecidas no meio científico (como é o caso da revista *Nature*, que aparece na figura) sugere o cuidado do autor em trazer elementos científicos para o texto apresentado no link, uma vez que, como destacado por Coker (2007), em relação à ciência “Suas descobertas são comunicadas principalmente por meio de periódicos científicos, que são revisados por colegas e mantêm padrões rigorosos de honestidade e acurácia”.

Os outros links classificados como notícias não apresentaram elementos suficientes para serem classificados como científicos de acordo com Coker (2007), no entanto, apresentaram informações compatíveis com a literatura científica.



## Divulgação

A categoria divulgação, engloba materiais que buscaram divulgar aspectos relacionados ao termo quântica e curiosidades, abordando de forma mais palpável ao público com relação à questão científica, foi a que apresentou o maior volume de links, sendo responsáveis por 42 deles. Os links podem ser organizados nas seguintes subcategorias:

Tabela 3 – Organização dos links na categoria divulgação.

Subcategoria	Quantitativo	Links
Biologia quântica	1	<a href="#">Link 1</a>
Computação quântica	25	<a href="#">28; 29; 30; 32; 34; 40; 41; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 58; 59; 62; 63</a>
História e conceitos da Física Quântica	12	<a href="#">21; 31; 24; 25; 27; 33; 37; 39; 42; 49; 57; 61</a>
Misticismo quântico e outras pseudociências	5	<a href="#">22; 35; 36; 38; 60</a>

Fonte: Do autor.

Houveram a ocorrência de 5 links que se enquadram na subcategoria “misticismo quântico e outras pseudociências”. Uma vez que essa subcategoria traz elementos não científicos explícitos (tanto na busca por divulgar pseudociências como para combater-las e questioná-las), entendemos ser importante um aprofundamento nas discussões. Nesse sentido, apresentamos cada um dos 5 links e discutimos as evidências pseudocientíficas e os elementos de busca de apropriação dos conteúdos científicos.

### [Link 1 - Física quântica pode explicar dificuldade de humanos em tomar decisões:](#)

O texto procurou estabelecer uma relação entre a física quântica com a psicologia, por meio da Teoria Cognitiva Quântica. Não há aprofundamentos



sobre a física quântica ou na psicologia, trazendo abordagens superficiais do tema como uma relação entre o **princípio da incerteza** com a tomada de decisões.

O **princípio da incerteza** estabelece uma relação entre posição e velocidade de objetos quânticos. Quanto mais certos estivermos da posição de um objeto quântico, menos certeza teremos de seu momento (ou de sua velocidade). Inversamente, quanto mais certos estivermos de seu momento, mais incertos estaremos a respeito de sua posição (NOVAES e STUART, 2016, p. 34). Com relação à Teoria Cognitiva Quântica, o texto não apresentou aspectos científicos sobre as relações com o princípio da incerteza.

[Link 2 - Coach quântico diz mudar vibração das pessoas, só não convence cientistas](#): O texto busca questionar as interpretações da física quântica por parte de coaching e profissionais que se dizem quânticos. Traz a abordagem de conceitos relacionados à física quântica e deixa claro que os físicos entrevistados pelos autores acham que interpretações da medicina quântica, por exemplo, são extrapolações das evidências experimentais.

Um ponto abordado pelo texto são os autores Fritjof Capra, Deepak Chopra e Amit Goswami. Estes três autores são os pilares de divulgação do misticismo quântico no mundo. Capra escreveu o livro *O Tao da Física* que “*é provavelmente a principal precursora do misticismo quântico, apesar dela não se restringir à FQ [física quântica], mas discorrer sobre vários aspectos da FM [física moderna]*” (SAITO, 2018, p. 248).

Chopra, em sua obra *A Cura Quântica*, aponta que uma pessoa pode se curar pelo estado mental da pessoa e a propensão da mente em realizar um salto quântico para curar-se. Para entendermos o que é o salto quântico, primeiramente devemos entender um pouco sobre o átomo de Bohr.

A representação de um átomo nas concepções de Bohr é bem simples. Podemos ver na figura 15 a representação de um modelo atômico em que o núcleo atômico é representado em vermelho e o elétron em amarelo.

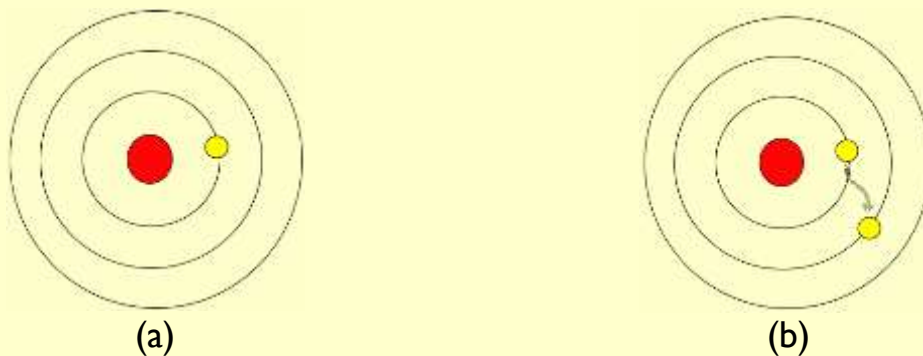


Figura 15 – (a) Representação do átomo de Bohr e (b) representação do salto quântico.  
Fonte: do autor.

O **salto quântico**, também é conhecido como **transição eletrônica**, ocorre quando o elétron recebe uma quantidade de energia e salta de sua órbita até outra mais distante. Perceba que agora o elétron está mais distante. O elétron apareceu em outra órbita! A pergunta agora é: qual foi o caminho que o elétron percorreu? E a resposta é: não se sabe! Estranho, não é? O elétron absorve a energia recebida e salta para outra órbita. É possível o elétron voltar para a sua órbita de origem quando ele perde essa quantidade de energia. Outra vez, ele simplesmente aparece na outra órbita!

O modelo atômico de Bohr deixa mistérios no ar, pois não explica por onde esse elétron passou. No entanto, já sabemos que essa representação do átomo está desatualizada. Agora, o átomo é visto com um núcleo dentro de uma nuvem de elétrons (figura 16).

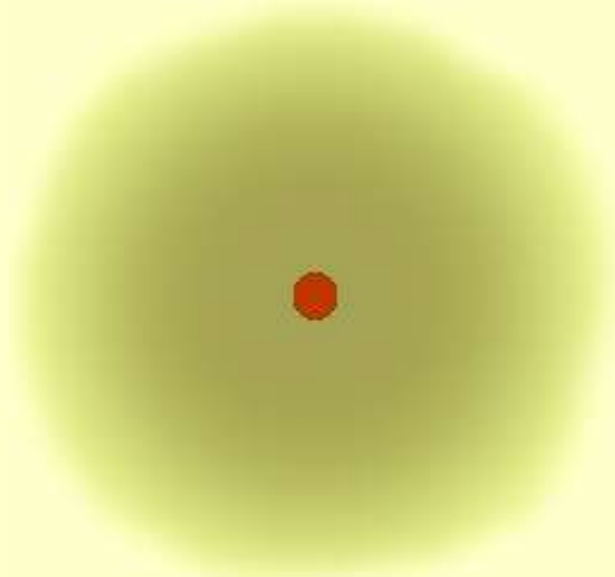


Figura 16 – Modelo atômico atual.

A região em vermelho é o núcleo do átomo e a nuvem mais escura ao redor do núcleo é a região em que o elétron pode estar. Isso mesmo! O elétron pode estar em qualquer lugar dessa “nuvem”. E na mecânica quântica, qual é a ideia atual?

O estado de um elétron no átomo é descrito por uma função de onda, que especifica a probabilidade de encontrar o elétron num dado lugar, numa medida de posição. Cada estado de energia bem definida é caracterizado por uma função de onda particular, chamada orbital. A evolução temporal de uma função de onda, especificada pela equação de Schrödinger, é contínua.

Na interpretação de Chopra e outros místicos, o salto quântico tem outro significado prático. O salto quântico ocorre quando a mente de uma pessoa acessa níveis superiores sobre a percepção da realidade. Nós também podemos relaciona-lo com o ganho de consciência a ponto de entender um assunto complexo, por exemplo.

Um dos principais percursores do coach quântico no Brasil é Wallace Lima e é autor do livro: **Dê um salto quântico na sua vida: Como treinar a sua mente para viver no presente e fazer o mundo conspirar a seu favor.** Lima se define como “um divulgador da física quântica e pesquisador em ‘saúde quântica’ e, em alguns de seus vídeos disponíveis no Youtube, ensina as pessoas a aplicarem a física quântica no dia a dia [...]” (MORAES apud LIMA, 2020).

Por fim, Goswani destaca em seus livros “O universo autoconsciente” e “O médico quântico” o problema da medição na física quântica. Goswani cita físicos como von Neumann, Bauer e Wigner, que defenderam a presença de um observador consciente na medição de experimentos relacionados à física quântica, como o dupla-fenda (abordado no início deste material). A função do observador consciente nos experimentos, segundo os físicos citados, era responsável pelos resultados obtidos (onda ou partícula). No entanto, para Goswani, os resultados tinham influência direta com a mente do observador (a consciência do observador determinava o resultado final do experimento) (SAITO, 2018, p. 275 – 276).

[Link 3 - Física Quântica](#): O texto aborda o que a física quântica estuda, as interpretações filosóficas, como a não-localidade e a causalidade, e místicas de autores como Amit Goswani e Fritjof Capra. Estes últimos autores relacionaram

seus trabalhos de física quântica com a espiritualidade e tratamentos medicinais, como vimos no link anterior.

[Link 4 - A Quântica no tempo dos parasitas](#): O autor deste material buscou confrontar as extrapolações da teoria quântica por parte de coaches e terapias quânticas. O texto não se aprofunda em nenhum tópico da física quântica e apresenta os pontos de vista de místicos e cientistas sobre a física quântica.

[Link 5 - Gestão quântica](#): O link faz uma referência entre as relações das pessoas que podem ser baseadas em trocas de energia entre partículas subatômicas. Não há nenhum conceito específico sobre a física quântica que é abordado na gestão quântica.

## Artigos acadêmicos

Nesta categoria, observamos um grande volume de informações sobre física quântica que classificamos como ciência. Foram encontrados temas como: trabalhos acadêmicos, aspectos teóricos, história e filosofia da física quântica dispostos na tabela 4.

Tabela 4 - Organização dos links na categoria artigos acadêmicos.

Subcategoria	Quantitativo	Links
Dissertações e teses	4	<a href="#">10</a> ; <a href="#">11</a> ; <a href="#">14</a> ; <a href="#">18</a>
Aspectos teóricos	8	<a href="#">8</a> ; <a href="#">10</a> ; <a href="#">13</a> ; <a href="#">16</a> ; <a href="#">19</a> ; <a href="#">2001</a> ; <a href="#">2002</a> ; <a href="#">2005</a>
História e filosofia da física quântica	9	<a href="#">65</a> ; <a href="#">9</a> ; <a href="#">11</a> ; <a href="#">12</a> ; <a href="#">15</a> ; <a href="#">17</a> ; <a href="#">20</a> ; <a href="#">2003</a> ; <a href="#">2004</a>

Fonte: Do autor.

Dentro desta classificação, apenas um artigo publicado em uma revista foi elencado como pseudociência, pois fundamentou uma relação entre física quântica e consciência. As autoras do artigo em questão argumentaram acerca do princípio

da incerteza de Heisenberg e em relação ao papel do observador nos experimentos relacionados ao colapso de onda.

*Essa teoria [princípio da incerteza de Heisenberg] admite o papel do observador, por meio da observação, quando o mesmo fixa o elétron, diminui a sua energia e o observa em uma determinada posição. Podemos considerar que o observador provoca o colapso de sua função de onda. O colapso de uma onda é o processo de sua transformação em um corpúsculo, uma partícula. Um elétron em um átomo, por exemplo, está distribuído numa região esférica em torno do núcleo. (SIQUEIRA e BECKER, 2017, p. 5, grifo nosso).*

Segundo Pessoa Jr (2011), ao admitir que o observador participa do processo experimental, podemos atribuir quatro teses acerca do fenômeno. Essas quatro teses

*formam um núcleo de afirmações que podem ser interpretadas de maneira mais fenomenalista, o que não constituiria um misticismo (apesar de levar a agudos debates filosóficos); ou podem ser interpretadas de maneira mais realista [...]" (PESSOA JR., 2011, p. 288).*

Assim, Siqueira e Becker (2017, p. 5) argumentam que o observador faz com que a onda se colapse. Tal fato se remete à tese "O observador humano é responsável pelo colapso da onda quântica" (PESSOA JR., 2011, p. 288) em que Pessoa Jr define como

*Nesta tese o observador pode considerar que a onda é uma representação matemática em que a função de onda é real. Porém, se atribuirmos o colapso da onda à observação de um ser consciente esta interpretação ganha um viés mais místico. (PESSOA JR., 2011, p. 288).*

Apesar de Pessoa Jr (2011, p. 288) não atribuir essa interpretação como mística, em outros momentos do trabalho de Siqueira e Becker (2017) é possível identificar o viés místico na seguinte passagem:

*Somos co-criadores do universo, estamos nos lugares e situações que nós mesmos nos colocamos. Estamos hoje, criando nosso futuro e isso começa no pensamento (BECKER e SIQUEIRA, 2017, p. 5).*

## **Material didático**

Esta categoria contemplou materiais que buscavam discorrer sobre a física quântica com o viés educacional. Os links dessa categoria fazem alusões às características científicas elucidadas por Coker (2007). A argumentação está fundada em um relato histórico e no desenvolvimento da teoria quântica que concorda com os autores apresentados no capítulo sobre a história da mecânica quântica. Foram observados cursos e apostilas que trouxeram os aspectos históricos da mecânica quântica.

Tabela 5 - Organização dos links na categoria artigos acadêmicos.

<b>Subcategoria</b>	<b>Quantitativo</b>	<b>Links</b>
<b>Cursos</b>	4	<a href="#">67</a> ; <a href="#">69</a> ;
<b>Materiais didáticos</b>	8	<a href="#">64</a> ; <a href="#">66</a> ; <a href="#">68</a> ; <a href="#">70</a> ; <a href="#">71</a> ; <a href="#">73</a> ; <a href="#">74</a> ; <a href="#">76</a> ; <a href="#">89</a>

Fonte: Do autor.

Esta categoria contemplou materiais que buscavam discorrer sobre a física quântica com o viés educacional. Como exemplo desta classificação, podemos analisar um curso de física quântica disponibilizado na plataforma Khan Academy. O curso tem aulas sobre conceitos como: efeito fotoelétrico, níveis de energia atômica, princípio da incerteza de Heisenberg, comprimento de onda de De Broglie e etc.

Outro exemplo desta categoria é a respeito de definições e a explicação de contextos históricos sobre física quântica. Podemos elucidar esse ponto de vista com a seguinte passagem:

*Na esteira do bem-sucedido desenvolvimento da mecânica clássica, do eletromagnetismo e da termodinâmica, os físicos do início do século XX buscavam solucionar questões cruciais que estavam na fronteira da ciência da época. O interesse predominante se concentrava na obtenção de um modelo definitivo para o átomo e na explicação dos fenômenos relacionados à natureza da luz. A efervescência da busca pelas respostas corretas fez com que o primeiro quarto do século passado fosse marcado pelo nascimento de um dos maiores triunfos científicos de todos os tempos: a física quântica. (REFERÊNCIA <https://www.infoescola.com/fisica/fisica-quantica/>).*

Estes textos apresentaram versões resumidas acerca do que é física quântica e sobre o seu início.

## **Propagandas**

Nesta categoria incluímos qualquer tipo de anúncio promocional sobre produtos ou serviços que relacionavam o termo **quântica**. O conteúdo desses links correspondia a cursos/ terapias e produtos que tentavam estabelecer alguma relação entre a física quântica e a oferta de produto/serviço. Vale ressaltar que os cursos categorizados em propagandas não foram categorizados como materiais didáticos, pois eram ofertas de terapias.

Tabela 6 – Organização dos links na categoria propagandas.

<b>Subcategoria</b>	<b>Quantitativo</b>	<b>Links</b>
<b>Cursos/terapias</b>	5	<a href="#">79</a> ; <a href="#">82</a> ; <a href="#">84</a> ; <a href="#">85</a> ; <a href="#">86</a>
<b>Produtos</b>	3	<a href="#">78</a> ; <a href="#">81</a> ; <a href="#">88</a>

Fonte: Do autor.

Uma ocorrência comum foram os links sobre sites que vendiam produtos ou serviços que garantiam ser quânticos. Um dos cursos prometia reconfigurar o seu cérebro a nível subatômico para a pessoa ter a vida dos seus sonhos. Na oferta



do curso/terapia, o anúncio cita que os humanos e a realidade são compostos de neutrinos. A partícula mencionada foi o neutrino, a qual o autor estabelece que somos feitos desta partícula e atribui efeitos na mente das pessoas. O neutrino é uma partícula subatômica muito leve, sem carga elétrica, com massa desprezível e interage apenas por meio da força nuclear fraca e a gravidade. Além disso, é uma partícula muito comum no universo. Ele foi proposto em 1930 por Pauli para explicar o decaimento beta, no entanto, muitos cientistas da época eram céticos com relação à essa explicação. O neutrino foi detectado apenas em 1956 por meio de um reator nuclear nos Estados Unidos (ABDALA, 2016, p. 53 – 58).

Outro produto/serviço que garantiu ser quântico é o QUANTEC. O produto é definido como:

*Um sistema (hardware e software) Alemão de altíssima tecnologia que vem sendo desenvolvido há mais de 30 anos que está plenamente consolidado na Europa como uma das terapias mais avançadas da atualidade, tendo recebido milhões de euros de investimento para chegar à versão atual, conhecida como QUANTEC® PRO. Não tem vínculo com misticismo: é física quântica aplicada através da bio comunicação instrumental. Desenvolvido pelo alemão Peter Raphael Von Buengner, o QUANTEC® utiliza o diodo de ruído branco e um software altamente inteligente para análise comparativa de informações do cliente com um banco de dados com vários tipos de tratamentos bioinformacionais.*

*O diodo de ruído branco tem a função de acessar informações do inconsciente do cliente e realizar uma análise das frequências que estiverem em desequilíbrio nos aspectos físicos, comportamentais, ambientais, emocionais e espirituais.*

[...]

***Trata questões físicas, psíquicas e energéticas, auxiliando inclusive na reconfiguração do entrelaçamento quântico do campo do assistido para auxiliá-lo a atrair a realização de desejos e objetivos pessoais, mas tudo com coerência, sem promessas milagrosas e sem qualquer relação com o atendimento a desejos do ego.<sup>7</sup>***

---

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.brquantec.com.br/oquee>



Na citação acima, percebemos que é citado o entrelaçamento quântico ou emaranhamento quântico. Na mecânica quântica, este termo é uma correlação entre duas ou mais partículas, como os elétrons, em que esse sistema de partículas não pode ser descrito individualmente, pois as suas características são dependentes uma das outras (LOOS, 2019).

Um redirecionamento que apareceu constantemente foram links de sites de compras de livros a respeito da física quântica teórica e sobre física quântica, mente e espiritualidade. Alguns termos foram sugeridos pela ferramenta de busca (google), dentre os quais chamaram a nossa atenção pelo apelo ao misticismo quântico. Os termos: física quântica e espiritualidade; física quântica e pensamento; física quântica energia” e física quântica e deus apareceram como sugestões. Essas sugestões aparecem, pois, são termos frequentemente pesquisados na ferramenta de busca. Isso corrobora que uma parte das pessoas que buscam informações sobre quântica encontram informações que se remetam à espiritualidade e medicina quântica.

Os anúncios recomendados é outro ponto de destaque. Ao pesquisarmos constantemente um termo, o site de buscas começa a fazer sugestões a respeito da sua pesquisa. Como buscamos o termo quântica, o site de buscas começou a recomendar produtos que se remetiam ao termo. Os produtos foram, em quase sua totalidade, livros relacionados ao misticismo quântico vendidos em grandes sites de compras com operações no Brasil.

## Comentários finais

---

A categorização das informações encontradas na internet, no contexto deste trabalho, nos permitiu traçar um desenho sobre o que é encontrado sobre a mecânica quântica internet e como essas informações são disponibilizadas para as pessoas que pesquisem sobre o assunto.

Dentre todos os links analisados, tivemos a ocorrência de 15 links que traziam informações com características pseudocientíficas evidentes e 86 deles traziam elementos que evidenciavam uma ligação com conceitos estabelecidos pela comunidade científica e dois deles traziam explicitamente contrapontos às visões pseudocientíficas da física quântica.

Esses resultados trazem à tona a diversidade das informações disponíveis, misturando ciência e pseudociência. Além disso, os links com conteúdo pseudocientífico frequentemente traziam elementos que buscavam validar-se por meio de conceitos científicos e apelar para discursos sensacionalistas para abordar suas ideias e se defenderem das críticas feitas por cientistas.

## Referências

---

CALDEIRA, F. H. O mecanismo de busca do Google e a relevância na relação sistema-usuário. **Revista Digital do Programa de Pós-Graduação em Letras da PUCRS**. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 91-106, 2015.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução Raul Fiker: 1. Ed. São Paulo. Brasiliense, 1993.

CHIBENI, S.S. **O que é ciência**. Departamento de filosofia da Unicamp. Campinas – SP, 2013.

COKER, R. **Como Distinguir Ciência de Pseudociência**. Universidade do Texas. 2007. Disponível em: <http://ateus.net/artigos/ceticismo/como-distinguir-ciencia-de-pseudociencia/>. Acesso em: 04 mai. 2020.

COSTA, T. T.; REIS, J. C. e GUERRA, A. **A apropriação do termo “quântico”: utilizando a natureza da ciência para desmistificar a visão pseudocientífica da mecânica quântica**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa. UFRJ, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2011.

GASPAR, A. **A educação formal e a educação informal em ciências**, in. *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Casa da Ciência, Rio de Janeiro. p. 171-184. 2002.

GIL PÉREZ, D. et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência e Educação*, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

FEYNMAN, R. P. **Lições de Física de Feynman**. Edição definitiva. Tradução: Antônio José Roque da Silva, Sylvio Roberto Accioly Canuto. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FREIRE JR, O., PESSOA JR., O e BROMBERG, J.L., Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais. Campina Verde: EDUPB; São Paulo: Livraria da Física, 2011.

FILHO, A. R. Os quanta e a Física moderna. In: ROCHA, J.F.M. (Org.) **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

GABRIEL, M. **Educar**. 1. ed. Saraiva, São Paulo, 2013.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre. Bookman, 2002.

JAPIASSU, H. **O mito da neutralidade científica**. Imago editora LTDA. Rio de Janeiro, 1975.

KAHAN, D.; BRAMAN, D.; JENKINS-SMITH, H. Cultural cognition of scientific consensus. **Journal of risk research**, 2010.

LOOS, P. **O entrelaçamento quântico explicado**. Canal Ciência Todo Dia, 2019. Acesso em Maio de 2021. Disponível em:

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1986.

MARÇAL, D. **Pseudociência**. Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2014.

MATTIELO, F.; SILVA, G. G.; AMORIM, R. G. G. e SILVA, W. B. **Decifrando a computação quântica**. Biblioteca Digital Link School of Business, 2012. Disponível em: <http://35.238.111.86:8080/xmlui/handle/123456789/327>. Acesso em: 26 ago. 2020.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. **Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência.** In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MOURA, M.D. e SANTOS, R. P. **Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com ciência de dados.** Caderno brasileiro de ensino de física, v. 34, n.3, p. 725-744, dez. 2017.

MORAES, M. **Coach quântico diz mudar vibração das pessoas, só não convence cientistas.** 2020. Disponível em: <https://tab.uol.com.br/noticias/redacao/2020/01/07/a-febre-dos-coaches-quanticos-que-prometem-reprogramacao-energetica.htm>. Acesso em: 26 ago. 2021.

MOREIRA, M. A. e MASSONI, N. T. **Subsídios epistemológicos para o professor pesquisado em ensino de ciências.** Conjunto de pequenas monografias sobre epistemologias do século XX com o objetivo de subsidiar epistemologicamente o professor pesquisador, em particular na área de ciências. Porto Alegre, 2016.

NOVAES, M. e STUDART, N. **Mecânica quântica básica.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

PESSOA JUNIOR, O. **Conceitos de física quântica.** 1. Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

PESSOA JUNIOR, O. **Introdução histórica à teoria quântica, aos seus problemas de fundamento e às suas interpretações.** Minicurso apresentado na IX Semana de Física da UEFS, 2006.

PESSOA JUNIOR, O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR., O.; PESSOA JR., O.; BROMBERG, J.L. (Org.). **Teoria**

**quântica: estudos históricos e implicações culturais.** Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, p. 281 – 302, 2011.

PASTERNAK, N. **O que é ciência e por que confiar nela?** Canal Casa do Saber, 2020. Disponível em:  
[https://www.youtube.com/watch?v=IaQRJQRHQvg&t=155s&ab\\_channel=CasadoSaber](https://www.youtube.com/watch?v=IaQRJQRHQvg&t=155s&ab_channel=CasadoSaber). Acesso em: 06 mai. 2021.

PERPÉTUO, C. H. Z. Crise na academia e avanço das pseudociências: a divulgação científica como tentativa de solução nos EUA. **Temporalidades. Revista de História**, ed. 31, v. 11, n. 3, p. 61-77, 2019.

PILATI, R. **Ciência e Pseudociência – Por que acreditamos apenas naquilo em que queremos acreditar.** São Paulo: Contexto, 2018.

OLIVEIRA, A. G.; SILVEIRA, D. A importância da Ciência para a sociedade. **Infarma**, v. 25, n. 4, 2013.

OLIVEIRA, D. R. A. Mario Bunge, 100 anos: um filósofo contra a pseudociência. **Revista Questão de Ciência**. 2019. Disponível em:  
<https://revistaquestaoodeciencia.com.br/index.php/dossie-questao/2019/09/19/mario-bunge-100-anos-um-filosofo-contra-pseudociencia>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SAITO, M. T. **A gênese e o desenvolvimento da relação entre física quântica e misticismo e suas contribuições para o ensino de ciências.** 2019, 356 f. Instituto de Física. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SAITO, M. e GURGEL, I. Misticismo quântico: resistência de professores em formação inicial em trabalhar as relações entre ciência e cultura em sala de aula. **XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Natal, 2016.

SINATRA, G. M., KIENHUES, D. e HOFER, B. K. Addressing challenges to public understanding of Science: epistemic cognition, motivated reasoning, and conceptual change. **Educational Psychologist**, 49:2, 123-138. 2014.

SIQUEIRA, S. e BECKER, S. Física quântica – O universo consciente. **Revista Gestão Universitária**, 2017. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos-cientificos/fisica-quantica-o-universo-consciente>. Acesso em; 04 mai. 2020.

SOUZA CRUZ, F. F. de e SOUZA CRUZ, S. M. S.C. de. **Pode o ambiente cultural e social definir o conteúdo escolar de física: o caso da mecânica quântica**. VII ENPEC. Florianópolis, 2009.

SZCZEPANIK, G. A concepção de método científico para Mário Bunge. **Revista Guairacá**, n. 27, p. 9-30. 2011.

VINGATTI, A. L. **Uma introdução à computação quântica**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de informática. Paraná, 2004.