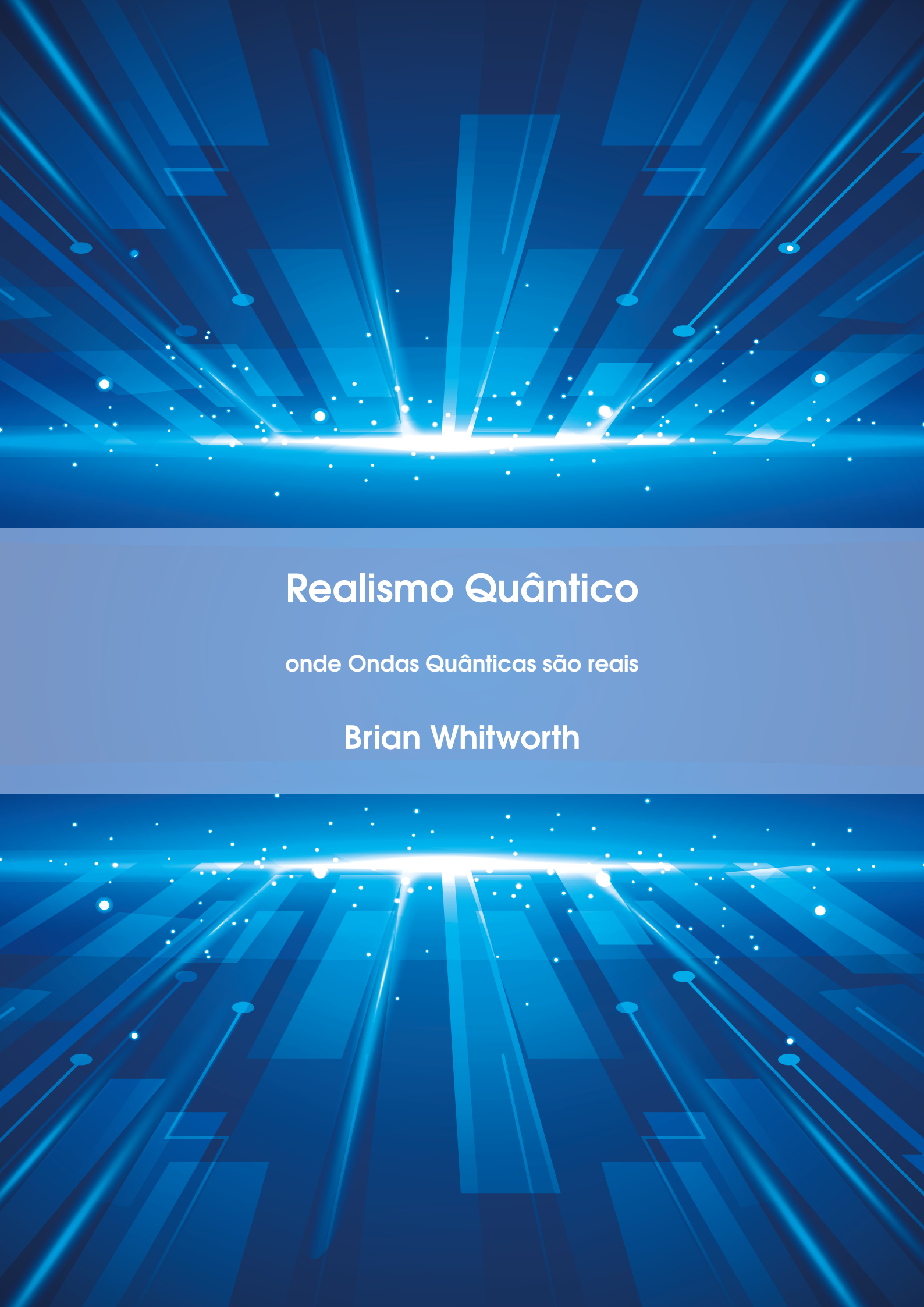


The background of the entire page is a vibrant blue abstract design. It features a central horizontal band of bright white light that tapers towards the edges, creating a sense of depth and focus. From this band, numerous thin, glowing blue lines radiate outwards, some ending in small white dots. The background is also composed of various shades of blue geometric shapes, including rectangles and triangles, which are arranged in a way that suggests a three-dimensional space or a complex network. The overall effect is one of high-tech, futuristic, and scientific sophistication.

Realismo Quântico

onde Ondas Quânticas são reais

Brian Whitworth

Copyright © 2022 Brian Whitworth, BSc, BA, MA(Hons), PhD

PUBLICADO POR BRIAN WHITWORTH, AUCKLAND, NEW ZEALAND

TRADUZIDO PARA O PORTUGUÊS POR JULLYANO LINO, BRASÍLIA-DF, BRASIL

BRIANWHITWORTH.COM/QUANTUM-REALISM/

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

Primeira impressão? Ainda não



Conteúdo

I	Parte I - A Realidade Observada	
1	Mundo Físico como Realidade Virtual	11
1.1	Um Mundo Estranho	11
1.1.1	Uma Física Estranha	11
1.1.2	Uma Ciência Oca	12
1.2	O que é a Realidade?	13
1.2.1	Idealismo x Fisicalismo	14
1.2.2	Dualismo	14
1.2.3	Virtualismo	14
1.2.4	As Opções da Realidade	15
1.2.5	Realismo Quântico	17
1.2.6	O Fim da Ciência?	17
1.3	A Evidência Física	18
1.3.1	Os Sinais do Virtualismo	18
1.3.2	Um Caso <i>Prima Facie</i>	21
1.4	Implicações	21
1.4.1	O processador	22
1.4.2	A inicialização (<i>boot-up</i>)	23
1.4.3	Processamento nulo	24
1.4.4	Uma taxa de atualização de tela	25
1.4.5	A realidade é falsa?	25
1.5	Avaliando o Realismo Quântico	27
1.5.1	A Ciência e o Realismo Quântico	27
1.5.2	A Engenharia Reversa da Realidade Física	28

1.6	Uma Nova Teoria	29
1.6.1	A Navalha de Occam	29
1.6.2	As Suposições do Realismo Físico	30
1.6.3	Uma Mudança de Paradigma	31
1.6.4	A Ilusão da Onisciência	32
1.7	Tabela Resumo	34
1.8	Questões	35
1.9	Referências	35
2	Simulando Espaço e Tempo	43
2.1	Theorems	43
2.1.1	Several equations	43
2.1.2	Single Line	43
2.2	Definitions	43
2.3	Notations	44
2.4	Remarks	44
2.5	Corollaries	44
2.6	Propositions	44
2.6.1	Several equations	44
2.6.2	Single Line	44
2.7	Examples	44
2.7.1	Equation and Text	44
2.7.2	Paragraph of Text	45
2.8	Exercises	45
2.9	Problems	45
2.10	Vocabulary	45
3	A Luz da Existência	47
3.1	Avaliando o Realismo Quântico	47
3.2	Uma Nova Teoria	47
3.3	Tabela Resumo	47
3.4	Questões	47
3.5	Referências	47
4	A Anomalia na Matéria	49
4.1	Avaliando o Realismo Quântico	49
4.2	Uma Nova Teoria	49
4.3	Tabela Resumo	49
4.4	Questões	49
4.5	Referências	49
5	O Campo Quântico	51
5.1	Avaliando o Realismo Quântico	51

5.2	Uma Nova Teoria	51
5.3	Tabela Resumo	51
5.4	Questões	51
5.5	Referências	51

II

Parte II - O Observador da Realidade

6	O Mistério da Consciência	55
6.1	Table	55
6.2	Figure	55
7	Encarando a Realidade	57
	Anexo I	59
	Perguntas Frequentes	61
	Glossário	63
	Agradecimentos	65
	Referências	67
	Livros	67
	Artigos	67
	Links	67
	Índice Remissivo	69



Introdução

O realismo quântico (QR) é a teoria na qual as ondas quânticas são reais. No realismo físico, o mundo físico é real e o mundo quântico é imaginário, mas no realismo quântico, o mundo quântico é real e gera o mundo físico como uma realidade virtual. Esta teoria é compatível com a lógica e a ciência, incluindo as equações da física. Na Figura 1 (página 8), a física é uma visão da realidade, não diferente da ciência da computação, psicologia, biologia, sociologia e outras ciências.

A seguir, clique nos links para visualizar o conteúdo *online*. Clique em “Baixar e Imprimir” para baixar um arquivo e lê-lo *offline*.

Parte I. A Realidade Observada. (setembro de 2021) (Capítulos 1-5). Engenharia reversa do processamento quântico gerando eventos físicos baseados em física e ciência da computação.

Capítulo 1. O Mundo Físico como Realidade Virtual (agosto de 2021). O caso inicial onde o mundo físico é uma realidade virtual gerada pelo processamento quântico. [Baixar e imprimir.](#)

Capítulo 2. Simulando Espaço e Tempo (agosto de 2021). Como espaço e tempo virtuais pode ser percebidos por aqueles neles imersos assim como nosso espaço e tempo são percebidos por nós. [Baixar e imprimir.](#)

Capítulo 3. A Luz da Existência (agosto de 2021). Atribui as estranhas propriedades da luz ao processamento quântico, incluindo o experimento da dupla fenda. [Baixar e imprimir.](#)

Capítulo 4. A Anomalia na Matéria: uma alternativa ao modelo padrão (setembro de 2021). Como os elétrons, quarks e outras partículas evoluíram desde a luz primordial. Prevê que a colisão de luz extrema cria matéria. [Baixar e imprimir.](#)

Capítulo 5. O Campo Quântico (setembro de 2021). Deriva a gravidade, da carga elétrica e do magnetismo de um simples *campo quântico* e, ao fazê-lo, unifica a teoria da relatividade e a teoria quântica. [Baixar e imprimir.](#)

Parte II. A realidade do observador. Aplica o realismo quântico à experiência do observador, assim como a Parte I o aplicou aos eventos físicos observados (*em progresso*).

Capítulo 6. O Mistério da Consciência. Aplica o realismo quântico ao difícil problema da consciência (novembro de 2021). [Baixar e imprimir.](#)

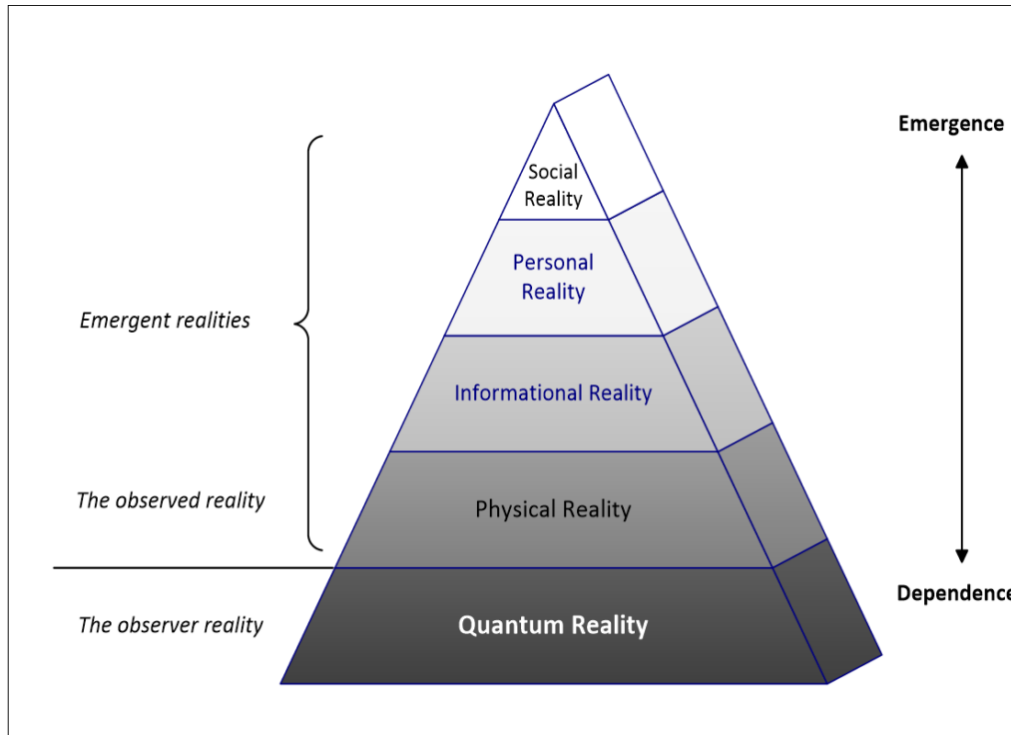


Figura 1: A realidade física surge como uma visão baseada na realidade quântica que gera o observador.

Capítulo 7. Enfrentando a Realidade. Como o realismo quântico se relaciona com as conclusões sobre a realidade preconizadas por místicos de todas as religiões (em andamento).

Anexo I. Um pequeno artigo inédito sobre [Alternativas ao Realismo Físico](#).

[Perguntas Frequentes](#). Respostas a perguntas frequentes sobre realismo quântico. [Baixar e imprimir](#).

[Glossário](#) (2021). Define os principais termos usados no realismo quântico. [Baixar e imprimir](#).

Links:

[Ten Reasons why our Universe is a Virtual Reality](#), 2014, um link do *Listverse*.

[FQXi Essay](#), 2010, Exploring the virtual reality conjecture. Ensaio premiado no qual muitos cientistas apresentam seus pontos de vista.

[This Virtual World](#), entrevista da Computerworld, janeiro de 2008.

Parte I - A Realidade Observada

1	Mundo Físico como Realidade Virtual	11
1.1	Um Mundo Estranho	
1.2	O que é a Realidade?	
1.3	A Evidência Física	
1.4	Implicações	
1.5	Avaliando o Realismo Quântico	
1.6	Uma Nova Teoria	
1.7	Tabela Resumo	
1.8	Questões	
1.9	Referências	
2	Simulando Espaço e Tempo	43
2.1	Theorems	
2.2	Definitions	
2.3	Notations	
2.4	Remarks	
2.5	Corollaries	
2.6	Propositions	
2.7	Examples	
2.8	Exercises	
2.9	Problems	
2.10	Vocabulary	
3	A Luz da Existência	47
3.1	Avaliando o Realismo Quântico	
3.2	Uma Nova Teoria	
3.3	Tabela Resumo	
3.4	Questões	
3.5	Referências	
4	A Anomalia na Matéria	49
4.1	Avaliando o Realismo Quântico	
4.2	Uma Nova Teoria	
4.3	Tabela Resumo	
4.4	Questões	
4.5	Referências	
5	O Campo Quântico	51
5.1	Avaliando o Realismo Quântico	
5.2	Uma Nova Teoria	
5.3	Tabela Resumo	
5.4	Questões	
5.5	Referências	



1. Mundo Físico como Realidade Virtual

“O universo não é apenas mais estranho do que imaginamos, ele é mais estranho do que podemos imaginar.”

Sir Arthur Eddington

Consideramos nosso mundo uma realidade objetiva, mas essa seria uma verdade absoluta? Aqueles que assumem que o mundo físico existe por si só lutam para assimilar as descobertas da física moderna há algum tempo. Um espaço e tempo objetivos deveriam apenas “ser”, mas em nosso mundo o espaço se contrai e o tempo se dilata. Coisas objetivas deveriam existir inerentemente, mas em nosso mundo, os elétrons são nuvens de probabilidade de existência que se espalham, tunelam-se, superpõem-se e emaranham-se de maneiras fisicamente impossíveis. A cosmologia agora acrescenta que nosso universo surgiu do nada há cerca de 14 bilhões de anos atrás. *Não é assim que uma realidade objetiva deveria se comportar!*

1.1 Um Mundo Estranho

Este livro explora uma possibilidade normalmente descartada: a de que o mundo físico é uma saída de processamento quântico e, portanto, virtual. Pede-se ao leitor que mantenha a mente aberta, pois será demonstrado que o que se propõe não é ilógico, acientífico, nem incompatível com a física. Muito menos que trata-se de uma ideia contemporânea, pois suas raízes remontam há milhares de anos. É, porém, relevante atualmente porque a física moderna descobriu que vivemos em um mundo muito estranho.

1.1.1 Uma Física Estranha

Teorias estranhas abundam na física moderna, por exemplo, na *Teoria de Muitos Mundos*, cada evento quântico divide toda a realidade, então tudo o que pode acontecer acontece em um multiverso inconcebível de mundos paralelos (Everett, 1957). No *Modelo Inflacionário*, o universo físico é apenas um dos muitos universos-bolha (Guth, 1998) e, de acordo com a teoria das cordas, a realidade tem seis dimensões extras enroladas e ocultas. Na *Teoria M*, nosso universo flutua em uma

“brana” de quinta dimensão que não podemos ver (Gribbin, 2000) p.177-180 e na *Teoria Ekpyrotic* nosso universo é um dos dois universos que colidem e recuam em um ciclo eterno (Khoury, 2001). Os dias em que a física apenas descrevia o mundo físico que vemos já se foram.

Essas teorias procuram dar sentido às descobertas igualmente estranhas da física: que o sol dobra a luz curvando o espaço ao seu redor, que a gravidade da Terra diminui o tempo e que os relógios andam mais rápido em prédios altos do que no chão. O movimento também dilata o tempo, de modo que um relógio atômico em um avião bate mais devagar do que um sincronizado no solo (Hafele & Keating, 1972) e também é mais pesado. Em nosso mundo, os fundamentos da realidade, como espaço, tempo e massa, variam com a velocidade, enquanto a velocidade da luz é estranhamente constante.

Considerando os estranhos aspectos da relatividade é estranha, percebe-se também que a teoria quântica é igualmente estranha: no experimento de Young, um elétron passa por *duas* fendas ao mesmo tempo para interferir em si mesmo; fótons emaranhados ignoram os limites da velocidade da luz; o vácuo do espaço exerce pressão; e a radiação gama é inteiramente aleatória, ou seja, fisicamente não causada. Einstein, que era tão aberto a novas ideias quanto qualquer um, achava que a teoria quântica não fazia sentido, e não faz. A física tem pesquisado nossa realidade e os resultados estão em:

“... a estranheza do mundo quântico é real, gostemos ou não.”

(Tegmark & Wheeler, 2001) p. 4.

Em conclusão, a teoria da física é estranha porque nosso mundo é estranho.

1.1.2 Uma Ciência Oca

A mecânica quântica e a teoria da relatividade são as joias da coroa da física moderna que simplesmente nunca foram refutadas. Tudo começou com as equações de onda de Maxwell na década de 1860, seguidas pela constante de Planck em 1900, a Relatividade Especial de Einstein em 1905, a Relatividade Geral em 1915 e a Equação de Onda de Schrödinger em 1925. Apesar do ceticismo inicial, essas teorias foram submetidas ao crivo de todos os testes lógicos e experimentais que seus críticos puderam conceber e surpreender até mesmo seus defensores, como Fermi que previu o neutrino em 1933 antes de ser encontrado em 1953 e Dirac previu a antimatéria antes que também fosse confirmado. No entanto, um século depois, a teoria ainda não faz sentido. Como diz Ford:

“A teoria carece de uma lógica. ‘Como assim o quantum?’ John Wheeler gosta de perguntar: ‘Se sua cabeça não gira quando você pensa sobre o quantum’, disse Niels Bohr, ‘você não o entendeu.’. Richard Feynman ... que entendia a mecânica quântica tão profundamente quanto qualquer um, escreveu: ‘Meus alunos de física não a compreendem. Isso é porque eu não a compreendo.’” (Ford, 2004) p.98

Pela primeira vez na história, os estudiosos de uma disciplina não acreditam realmente no que suas teorias dominantes dizem! Eles aceitam que os cálculos estão corretos, mas negam que eles representem a realidade. Este é, para dizer o mínimo, um estado de coisas incomum. O problema não é a in experiência, pois essas teorias são usadas em uma série de tecnologias que definem a vida hoje, de telefones celulares à exploração espacial, ainda:

“... os físicos que trabalham com a teoria todos os dias não sabem muito bem o que fazer com ela. Eles enchem quadros-negros com cálculos quânticos e reconhecem que é provavelmente a teoria científica mais poderosa, precisa e preditiva já desenvolvida. Mas... a própria sugestão de que pode ser literalmente verdadeira como uma descrição da natureza ainda é recebida com

cinismo, incompreensão e até raiva.” (Vacca, 2005) p. 116

Existem equações, testes e aplicações, mas o que é descrito não faz sentido físico. Por exemplo, na formulação da mecânica quântica por integrais de caminho de Feynman, um elétron percorre todos os caminhos possíveis entre dois pontos ao mesmo tempo, mas como um elétron pode fazer isso? A teoria geralmente aumenta a compreensão, mas na física fundamental parece tirá-la. Por exemplo, a dualidade onda-partícula permite que as ondas se transformem em partículas, o que nega a própria ideia do que são ondas e partículas. Dada a escolha entre significado e matemática, a física há muito escolheu-se a última e as consequências podem ser vistas hoje. Exemplificativamente, a teoria quântica ainda não é ensinada no ensino médio, pois quem pode ensinar o que não faz sentido? A física moderna é um banquete matemático cujo núcleo é vazio de significado, uma ciência vazia construída sobre equações impressionantes sobre estados quânticos que todos concordam que não existem! E esse caminho sem sentido é uma estratégia deliberada:

“...trancamos a física quântica em ‘caixas pretas’ que podemos manipular e operar sem saber o que está acontecendo lá dentro”. (Audretsch, 2004) (Prefácio, pág. X).

O resultado é o que alguns agora chamam de *física de conto de fadas* (Baggot, 2013), onde partículas virtuais surgem *ex nihilo* de campos invisíveis no espaço vazio para ajustar equações que funcionam, mas não fazem sentido. Quando a física parou de tentar entender suas descobertas, o resultado foi uma evidente falta de progresso:

“O quão incomum é passar três décadas sem grandes progressos na física fundamental? Mesmo se olharmos para mais de duzentos anos... é sem precedentes.” (Smolin, 2006) p. VIII

A questão não são algumas anomalias em uma outra perspectiva perfeita. A teoria quântica governa o mundo microcósmico do qual a realidade emerge e a relatividade governa o mundo cósmico ao seu redor. Essas teorias são o alicerce da física que é fundamental para a ciência, então não é aceitável que elas não façam sentido algum. No entanto, a relatividade e a mecânica quântica se contradizem em seu núcleo. Cada um trabalha em seu domínio, relatividade para eventos cósmicos e teoria quântica para eventos atômicos, mas juntos eles se chocam:

“O problema... é que quando as equações da relatividade geral se misturam com as da mecânica quântica, o resultado é desastroso.” (Greene, 2004, p. 15)

Este conflito nos diz que algo está errado. O deserto estéril da física de partículas hoje começou com a política de “cale a boca e calcule” de Copenhague que efetivamente banuiu discussões sobre significado. É hora de voltar à questão que a física tentou ignorar décadas atrás:

“... a principal razão para a existência de mitos em MQ {mecânica quântica} é o fato de que MQ não dá uma resposta clara à questão do que é a realidade objetiva, se é que existe.” (Nikoli, 2008) p. 43

Esta é a “difícil” pergunta original da física – O que é a realidade?

1.2 O que é a Realidade?

Por milhares de anos as pessoas se perguntam o que é a realidade. Os filósofos orientais concluíram que o mundo físico é uma ilusão, mas o Ocidente se dividiu entre o *realismo físico*, que a matéria

física é real, e o *idealismo*, que o que vemos reflete outra coisa. Logicamente, uma dessas visões de mundo *deve estar errada* e a ciência e a religião ortodoxas tomaram lados opostos na questão.

1.2.1 Idealismo x Fisicalismo

A ciência ocidental começou com Aristóteles, aluno de Platão que foi aluno de Sócrates, um antigo *filósofo* grego que viveu quando essa palavra significava literalmente amante (*philo*) da sabedoria (*sophia*). Platão argumentou que as formas da matéria física vieram de *formas ideais* pré-existentes que existem à parte delas, uma posição mais tarde chamada de *idealismo*. Aristóteles não negou isso, mas ensinou que as formas de Platão eram abstrações de coisas físicas, então suas causas deveriam ser buscadas não no mundo abstrato das formas, mas em outras coisas físicas. A ciência ocidental então se desenvolveu a partir da visão de Aristóteles de que as causas do mundo físico deveriam ser encontradas em si mesmo, enquanto a religião ocidental estava do lado de Platão, de que um Deus não físico causava todas as coisas. São representações vívidas de um céu e um inferno além desta vida dominada pelo pensamento no oeste pelos próximos dois mil anos, até que recentemente a ciência surgiu para desafiar essa visão.

No Ocidente, alguns se apegaram à ideia original de Platão de que o mundo físico é como sombras piscando em uma parede, por exemplo, os gnósticos viam o mundo como uma *mentira*, criada por um demiurgo que ignorava a realidade original. No Oriente, a mesma ideia sobreviveu melhor, pois no Budismo Chan uma essência universal da mente cria o mundo observado como bolhas no mar e no Hinduísmo o mundo físico é *Maya*, uma ilusão criada pelo “jogo” de Deus (*Lila*). No entanto, a qualquer momento, seja na ciência ou na religião, apenas alguns poucos acreditaram verdadeiramente que o mundo físico não era real em si mesmo.

1.2.2 Dualismo

No ocidente, a guerra ideológica entre ciência e religião cresceu até que Descartes propôs a trégua do *dualismo* baseado no “*penso, logo existo*”. Por que não ter mente e corpo, a espiritualidade da religião e a fisicalidade da ciência? Isso dividiu os cientistas em *ateus* que acreditavam *apenas* no mundo físico, *teístas* que também acreditavam em um mundo além dele e *agnósticos* que não conseguiam decidir. Esse casamento de conveniência funcionou por um tempo, mas hoje ciência e religião mal se falam.

O problema do dualismo é como pode duas *realidades distintas coexistirem*? Se a mente e o corpo não interagem, eles são irrelevantes um para o outro, pois para que serve uma mente que não pode afetar o corpo? Ou se eles interagem, o que veio primeiro? Uma mente que *emerge* de um cérebro físico é como o apito de uma locomotiva que é supérflua à ação principal, enquanto que se uma mente não-física cria o mundo, por que é uma bagunça? De qualquer forma, se um é real, o outro não é, ou, na melhor das hipóteses, irrelevante. E se as duas realidades estão em conflito, por que o céu ainda não purificou a terra ou a terra corrompeu o céu? Se mente e corpo são lados da mesma moeda, qual é a moeda?

Diante de tais desafios, o *dualismo* está atualmente em retrocesso diante do monismo de que existe apenas uma realidade e ela é física. O monismo é mais simples que o dualismo e o principal monismo hoje é o realismo físico. Enquanto os cientistas afirmam que o mundo físico que estudam é real, os teólogos afirmam que um mundo espiritual futuro é real e as pessoas em geral preferem o agora ao depois.

1.2.3 Virtualismo

Enquanto ciência e religião travam sua antiga batalha ideológica, outro monismo fica à margem ignorado por todos, a saber, o *virtualismo* (Raspanti, 2000), aquele mundo físico é uma saída criada por algum “outro”. A ideia parece nova, mas na verdade remonta ao *idealismo* de Platão, de que o mundo físico reflete outra realidade. Pitágoras via os números como a essência não material do

mundo, Platão achava que Deus geometriza e Gauss acreditava que *Deus computa* (Svozil, 2005), assim como o *Ancião dos Dias* de Blake mede o mundo com sua bússola (Figura 1.1 (página 39)).

Os computadores atuais criam mundos virtuais, mas o mundo físico ser virtual geralmente é um tópico de ficção, não de física. A realidade física ser uma saída de processamento leva a ideias como que o *espaço calcula* (Zuse, 1969) e que a *realidade computa* (Fredkin, 1990), (Schmidhuber, 1997), (Rhodes, 2001), (Wolfram, 2002), (Lloyd, 2006), (Tegmark, 2007). A visão de Platão ainda é radical hoje.

No realismo físico existe apenas o mundo físico, no dualismo também existe uma realidade superior e no virtualismo a realidade física é uma saída de alguma “outra”. Esta última hipótese nega o suposto “axioma principal” da física de que :

Não há nada fora do universo físico (Smolin, 2001).

Propondo, ao invés, sua antítese que :

Nada no universo físico existe objetivamente, ou seja, de ou por si mesmo.

O virtualismo dá a *conjectura da realidade virtual* que :

O mundo físico é um conjunto de eventos produzidos por algum outro, sem o qual ele não existiria.

O realismo físico, em contraste, propõe que o mundo físico é uma realidade objetiva que existe em si mesma, que não precisa de nada além de si mesma para existir.

Estas são declarações mutuamente exclusivas. Um mundo objetivo que é inerentemente real não pode ser um mundo virtual e vice-versa. Não se pode provar logicamente declarações de realidade (Esfeld, 2004) de modo que o mundo é virtual não é demonstrável, mas pela mesma lógica, também não se pode provar que o mundo físico é uma realidade objetiva. Segue-se que exigir de uma nova teoria o que a antiga também não pode oferecer é uma abordagem enviesada. A abordagem científica é considerar o equilíbrio das evidências para ambas as visões, o que fazemos agora.

1.2.4 As Opções da Realidade

As opções de realidade se reduzem a três:

1. *Realismo físico*. Que apenas o mundo físico existe e o faz por si só.
2. *Dualismo*. Que o mundo físico existe, mas também existe uma realidade superior além dele.
3. *Virtualismo*. Que o mundo físico é uma construção criada por algo fora de si mesmo.

No *realismo físico*, um mundo físico auto-existente observa a si mesmo como é –mas, então, como a matéria realiza tal observação? E em um mundo puramente físico, eventos aleatórios como radioatividade que por definição não são previstos por eventos físicos anteriores não deveriam acontecer.

No *dualismo*, um mundo físico real é observado a partir de um reino espiritual que também o influencia, mas esse *Deus das lacunas* só explica o que resta após os avanços da ciência e ele a cada dia fica menor.

No *virtualismo*, outra realidade gera o mundo físico que vemos como imagens em uma tela que só existem na aparência. As opiniões estão divididas se este “outro” é:

1. *Físico*. No filme Matrix, uma Nova York virtual parecia real para seus habitantes que só a conheciam pela informação, assim como conhecemos a nossa. Quando o herói se desconecta da matrix, ele cai de volta em outro mundo onde máquinas pós-nucleares alimentam as pessoas com insumos virtuais enquanto as cultivam para obter energia em cápsulas. O mundo físico em que ele “vivia” anteriormente era uma construção criada por programas em outro mundo físico. Em teoria, isso é possível, pois pela tese de Church-Turing um programa finito pode simular qualquer saída especificável (Tegmark, 2007), mas na prática, a simulação de até algumas centenas de átomos com um computador convencional:

“...precisaria de mais espaço de memória do que existem átomos no universo e levaria mais tempo para finalizar os cálculos que a idade atual do universo.” (Lloyd, 2006) p. 53

Considerando que mesmo um computador tão grande quanto o nosso universo não poderia fazer o trabalho, tal opção é improvável.

2. *Mental*. Nesta visão, o mundo físico é um sonho da mente. Por exemplo, no solipsismo, um observador auto-existente sonha com um mundo que não existe. A tese *esse est percipi*, de que a mente cria a realidade, é mostrada por ilusões de óptica, mas isso não implica que não haja realidade lá fora. Como Einstein disse, “Você realmente acredita que a Lua só existe quando olhamos para ela?”. O solipsismo resolve o efeito do observador quântico, mas não generaliza bem porque se estou sonhando com você, você é apenas meus *pixels*. E se nenhuma árvore cai em uma floresta quando ninguém observa, como surge a história? Nós fabricamos os milhões de anos de dinossauros antes de aparecermos? Se estou sonhando, por que não posso sonhar o corpo que quero? Por estas e outras razões esta opção é improvável.
3. *Quantum*. Nessa visão, o processamento quântico cria eventos físicos que de outra forma não existiriam. A física atualmente rejeita esta opção porque por ela:

“... não há meios de entender o hardware no qual esse software está sendo executado. Então, não temos como entender a física real da realidade.” (Deutsch, 1997)

Assumir que apenas o físico é real e que o que não é físico não pode ser real é o tipo de lógica circular contra a qual a ciência nos adverte. É ilógico supor uma resposta e depois prová-la por essa mesma suposição. No entanto, é verdade que as entidades quânticas não são físicas porque aparecem e desaparecem de maneiras fisicamente impossíveis, atravessam barreiras fisicamente intransponíveis, ignoram o limite de velocidade da luz nas interações físicas e se superpõem de maneiras fisicamente impossíveis. Por exemplo, a teoria quântica descreve as correntes que circulam nos dois sentidos ao mesmo tempo, o que não pode acontecer na realidade física. Mas o fato de as ondas quânticas não serem físicas não significa que não existam ou que não possamos estudá-las, pois estudamos a gravidade que não podemos ver fisicamente. Esperar que o “hardware” quântico, que cria a realidade física, siga as regras do que ele cria não faz sentido. O *qubit* do processamento quântico é diferente do bit do processamento físico por esse motivo.

Que o que não é físico não existe é uma suposição, não um fato. E que a ciência não pode estudar o que não pode ver é falso, como atesta a teoria quântica. O realismo quântico, de que o

mundo quântico cria o mundo físico, é logicamente possível e cientificamente aceitável, então essa opção agora é explorada.

1.2.5 Realismo Quântico

O *realismo quântico* propõe que o mundo quântico é real em seus próprios termos e cria o mundo físico que vemos, assim como um videogame cria uma realidade que não é real em si. Não é a ideia do filme Matrix que outro mundo físico está criando o nosso, porque mesmo computar uma função de onda de elétrons que pode se espalhar por uma galáxia e depois colapsar em qualquer ponto dela está além de qualquer computador físico. Apenas o processamento quântico tem o poder de produzir a realidade física que vemos. Nem é que estamos sonhando porque se eu estou sonhando você, então você não existe, levando ao solipsismo de que só eu existo.

No realismo quântico, você e eu somos reais e o mundo físico é apenas uma *interface*, então existe um mundo real lá fora, mas não é o que você vê. O que você vê é uma realidade virtual que representa um mundo físico que não é real em si mesmo. O observador e o observado são reais, mas a observação é virtual.

O realismo quântico é um *monismo* como o realismo físico, exceto que agora a única realidade é quântica. Ela é baseada na teoria quântica na qual os eventos físicos surgem quando as ondas quânticas interagem. A interação é mútua, então quando observamos um fóton, ele também nos “observa”, como evidenciado pelo efeito do observador na física. Ao contrário do solipsismo, essa teoria é universal, então uma árvore não pode cair em uma floresta sem ser vista porque o solo que ela atinge a “vê”.

Pode-se comparar as opções de realidade em termos de jogos de computador da seguinte forma:

- *Realismo físico*. Um jogo rodando sozinho sem ninguém no comando.
- *Dualismo*. Um jogo rodando sozinho com o programador lutando para recuperar o controle.
- *Solipsismo*. Um jogo para um jogador que existe apenas para uma pessoa.
- *Realismo quântico*. Um jogo massivamente multi-jogador onde cada fóton é um “jogador”.

A Figura 1.2 (página 40) compara os candidatos à realidade com base no olho observador universal de Wheeler que retrata um universo auto-observado. No realismo físico, uma realidade física de alguma forma observa a si mesma, embora a matéria não tenha a capacidade de observar. No dualismo, uma realidade superior observa o físico, embora nunca seja explicado como duas realidades diferentes podem coexistir. No realismo quântico, a realidade quântica se observa pela interface virtual que chamamos de realidade física, pois é inerentemente capaz de observar.

Em suma, o realismo físico permite apenas a realidade física, o dualismo permite realidades físicas e não físicas ao mesmo tempo, e o realismo quântico permite apenas a realidade quântica, pois o mundo físico é uma realidade virtual. Vamos agora avaliar essas opções com base na ciência sem vieses de confirmação.

1.2.6 O Fim da Ciência?

Caso descobríssemos que vivemos em uma realidade virtual, seria o fim da ciência? Suponha que alguns personagens do *The Sims* comessem a se perguntar se o mundo deles era virtual? Eles poderiam testar essa teoria contra os dados de seu mundo, assim como nós. Se descobrissem que viviam em um mundo de pixels, que seu tempo e espaço podiam se expandir e contrair e que seu mundo começou em um momento específico do passado, poderiam concluir que era verdade. Eles não podiam *perceber* o processamento por trás de seu mundo, mas podiam *concebê-lo*, como fazemos agora. No entanto, sua ciência continuaria da mesma forma que nossa teoria quântica baseada em estados quânticos que evidentemente não são físicos ainda é ciência. A ciência requer apenas *feedback* real para funcionar e o *mundo físico como realidade virtual* provê isso.

Uma *realidade local* parece real aos seus habitantes, mas na verdade está dentro de outra realidade que a gera, ao contrário, uma *realidade objetiva* existe por si mesma e não é contida por

mais nada. Uma realidade local é real de dentro, mas não de fora, assim como o dinheiro do jogo Banco Imobiliário (*Monopoly*) afeta o que você pode comprar no jogo, mas não fora dele, as leis da física governam a realidade física, mas não a realidade quântica que a cria. Em geral, os pixels são reais para os pixels porque são da mesma natureza, assim como a terra é “sólida” para nós, que somos feitos de material terroso, mas para um neutrino do sol todo o nosso planeta é apenas uma sombra fantasmagórica através da qual ele voa. No realismo quântico, o mundo físico é uma realidade local que pode apoiar a ciência, mesmo que não seja uma realidade objetiva.

1.3 A Evidência Física

Como se pode saber se um mundo é uma construção ou não? Apenas olhar não é suficiente. Um mundo como um jogo parece real porque quando olho para a esquerda, uma visão à esquerda é mostrada e quando olho para a direita, uma visão à direita é mostrada. Onde quer que eu olhe, o mundo do jogo se apresenta, mas o problema é apenas quando eu olho. Em contraste, uma realidade objetiva existe quer eu olhe ou não e, portanto, a história física não deve mudar dependendo de como eu a observo. No entanto, a teoria quântica prevê um efeito de observador e as evidências concordam, por exemplo, em experimentos de escolha adiada, os fótons escolhem diferentes caminhos físicos para um detector se os observarmos de maneira diferente. Como Wheeler observou, vivemos em um universo participante onde a aparência afeta o que você vê, assim como em uma realidade virtual. Então, nosso mundo físico manifesta outros sinais reveladores de ser uma realidade virtual?

1.3.1 Os Sinais do Virtualismo

Todos os seguintes fatos da física são esperados para uma realidade virtual, mas não para uma realidade objetiva:

1. *O Universo começou.* Todas as estrelas e galáxias estão se afastando de nós a velocidades conhecidas, então podemos calcular de volta para concluir que nosso universo começou cerca de quatorze bilhões de anos atrás, em um primeiro evento que começou não apenas nosso universo, mas também seu espaço e tempo. No entanto, um universo físico completo não pode *começar*, pois, por definição, não há nada fora de si mesmo para criá-lo. Para se criar, teria que existir antes de começar, o que é impossível. Não faz sentido que um universo físico completo tenha se criado do nada e as especulações atuais sobre D-branas, buracos de minhoca, universos alternativos, mundos de teletransporte e teorias de oscilação do big bang não contribuem para o estabelecimento dessa conclusão. Em contraste, toda realidade virtual tem uma inicialização que cria seu sistema operacional espaço-tempo baseado em *nada dentro de si próprio* (Veja Seção 1.4.2).
2. *Há uma velocidade máxima.* Em nosso mundo, nada viaja mais rápido que a luz. A luz que brilha de uma nave espacial movendo-se quase à velocidade da luz ainda sai da nave na velocidade da luz. Esse limite não faz sentido para uma realidade objetiva, pois a matéria em movimento a qualquer velocidade deve sempre poder ir um pouco mais rápido. Em contraste, a taxa de transmissão em uma tela virtual é limitada por sua taxa de atualização, então o limite de velocidade da luz reflete a rapidez com que a “tela” do espaço é atualizada (Veja QR3.2.4).
3. *O tempo e o espaço são quantizados.* De acordo com a teoria quântica, o tempo e o espaço aumentam em pequenos passos de Planck, mas uma realidade física que existe constantemente não deveria exigir isso. Quando a teoria de campos assume continuidade, ela concebe infinitos que requerem um truque matemático chamado *renormalização* para fazê-los desa-

parecer “magicamente”. Em contraste, um mundo virtual é sempre feito de pixels e ciclos irreduzíveis, então o que a física chama de comprimento de Planck e tempo de Planck são a resolução e a taxa de quadros do nosso mundo, assim como todo vídeo tem uma resolução e uma taxa de quadros. (Veja QR2.2.1).

4. *Tunelamento quântico*. O tunelamento quântico é quando um elétron aparece de repente fora de uma barreira de campo pela qual ele não pode passar, como uma moeda em uma garrafa de vidro perfeitamente selada aparecendo de repente fora dela. O realismo físico não permite que a matéria se mova para um ponto em que nenhum caminho intermediário seja possível, mas isso acontece. Em contraste, os quadros de uma realidade virtual podem facilmente “cortar” de um quadro para outro para permitir o que é fisicamente impossível. (Veja QR5.3.1).
5. *Emaranhamento*. É fisicamente impossível que dois fótons se afastando um do outro na velocidade da luz se afetem, mas quando eles se emaranham, observar o *spin* de um força o outro a ter o *spin* oposto, não importa quão distantes estejam. Einstein chamou essa *ação assustadora à distância* porque contradiz o limite da velocidade da luz, mas a evidência é que o que deveria ser fisicamente impossível acontece. Em contraste, os pontos na tela do espaço são equidistantes do servidor quântico que os gera, assim como todos os pontos na tela do computador são equidistantes a seu servidor, portanto, se fótons emaranhados mesclarem servidores, o fenômeno torna-se possível. (Veja QR3.8.5).
6. *O Espaço se curva*. De acordo com a teoria da relatividade, o sol mantém a Terra em órbita “curvando” o espaço ao seu redor, mas em que o espaço pode se curvar? Ele precisa de outra dimensão para fazer isso, mas as dimensões extras “enroladas” da teoria das cordas não explicam o fenômeno. Em contraste, o espaço como a superfície 3D que nossa realidade virtual apresenta pode facilmente se curvar para uma quarta dimensão. (Veja QR2.4.1).
7. *O Tempo se dilata*. No paradoxo dos gêmeos de Einstein, um homem viaja pelo universo em um foguete de alta velocidade por um ano e depois retorna para encontrar seu irmão gêmeo na Terra, um velho de oitenta anos! A relatividade prevê que o tempo diminui quando você viaja em alta velocidade e a pesquisa de partículas concorda. O realismo físico não pode explicar isso, mas todo jogador sabe que quando a ação é rápida, o resultado é uma tela em câmera lenta, então se espera que mover em alta velocidade diminua o tempo em uma realidade virtual. (Veja QR5.2.4).
8. *Aleatoriedade*. De acordo com a teoria quântica, os átomos radioativos emitem fótons aleatoriamente, de uma maneira que nenhuma história física anterior pode explicar e as evidências concordam. A aleatoriedade implica uma causa não física, não permitida pelo realismo físico. Por isso, inventou-se a fantasia de muitos mundos na qual cada evento de fóton gera um universo totalmente novo. Em contraste, se o mundo físico for uma realidade virtual, eventos aleatórios são simplesmente escolhas de um servidor quântico. (Veja QR3.5.3).
9. *O espaço vazio não é vazio*. Um espaço objetivo deveria ser um vazio, mas nosso espaço exerce uma pressão! No efeito Casimir, placas planas próximas no vácuo experimentam uma força empurrando-as para dentro. A física atual atribui isso a partículas virtuais que aparecem magicamente do vazio. Como o vazio pode produzir algo? O realismo físico não prevê partícula nula, mas em um espaço de realidade virtual trata-se de um processamento nulo. Esse “vazio” é similar a uma tela em branco que mostra estática e não um nada. Então se a distân-

cia for próxima ao tamanho do pixel, a estática pode produzir uma “pressão”. (Veja QR2.4.5).

10. *Partículas são ondas.* No experimento de duas fendas de Young, um fóton pode passar por duas fendas para interferir em si mesmo como uma onda, mas ainda chegar a um ponto da tela como uma partícula. O realismo físico explicou isso inventando a dualidade onda-partícula, que partículas podem ser ondas, mas como uma partícula pode agir como uma onda? Em contraste, uma onda de processamento de fótons pode passar por duas fendas para interferir em si mesma como uma onda, mas ainda chegar a um ponto como uma partícula se seu “colapso” for uma reinicialização do processamento. (Veja QR3.5.2).
11. *Buracos negros.* Uma massa grande o suficiente em um espaço pequeno o suficiente colapsa no que é chamado de buraco negro. Diz-se que a maioria das galáxias, incluindo a nossa, tem um buraco negro no centro. No realismo físico, um buraco negro colapsa indefinidamente a um ponto infinitamente denso chamado singularidade, mas por que então os buracos negros aumentam de tamanho quando absorvem matéria? Em contraste, em uma realidade virtual, o espaço tem uma largura de banda que é o máximo de processamento que pode conter. Um buraco negro é então matéria que atinge a largura de banda do espaço, portanto tem um tamanho e não há singularidade. (Veja QR5.4.6).
12. *Superposição quântica.* Na teoria quântica, as correntes podem fluir simultaneamente nos dois sentidos ao redor de um anel supercondutor (Cho, 2000). Isso não pode acontecer fisicamente, então os físicos dizem que os estados quânticos que eles calculam cotidianamente não existem. Em contraste, se o mundo quântico é real, as ondas quânticas podem se sobrepor para explorar todas as direções possíveis de uma só vez. (Veja QR3.8.1).
13. *Deteção não física.* Uma bomba tão sensível que apenas um fóton a detonará deve ser impossível de detectar, mas um interferômetro Mach-Zehnder poderia detectá-la (Kwiat, Weinfurter, Herzog, Zeilinger e Kasevich, 1995). O realismo físico não tem explicação para esse fenômeno, pois não pode atribuí-lo a atos quânticos que diz que não ocorrem. Em contraste, se o mundo quântico existe, ele segue as regras da teoria quântica e elas permitem que a detecção não física ocorra. (Veja QR3.8.4).
14. *Ação retrospectiva.* Em experimentos de escolha atrasada, uma observação feita depois que um fóton percorre um caminho define o caminho que ele percorreu antes da observação, implicando que o futuro pode afetar o passado. O realismo físico leva a especulações de que todo tempo, assim como todo espaço, já existe, permitindo viagens no tempo e paradoxos como voltar no tempo para matar seu avô. Em contraste, um fóton como uma onda quântica pode se espalhar para tomar todos os caminhos até que seja reiniciado em um evento físico, então não há viagem no tempo. (Veja QR3.8.3).
15. *Anti-matéria existe.* As equações quânticas previam a antimatéria, mas o realismo físico não tem razão para que a matéria tenha um inverso da mesma massa, mas carga oposta. Em contraste, se o processamento quântico gera matéria, executá-lo ao contrário pode gerar antimatéria, então o antiprocessamento prevê antimatéria. (Veja QR4.3.5).

Todos os fatos acima contradizem a teoria de que o mundo físico é uma realidade objetiva e apoiam a teoria de que ela é virtual. Um experimento científico para testar ambas as teorias é proposto em QR4.5.9, mas por enquanto pode-se argumentar que:

Se parece um pato e grasna como um pato, então provavelmente é um pato.

Se os fatos da física negam o realismo físico, aplica-se a máxima de Sherlock Holmes:

Quando você exclui o impossível, o que resta, por mais improvável que seja, deve ser a verdade.

A evidência até agora é certamente um caso *prima facie* de que o realismo quântico merece mais investigação.

1.3.2 Um Caso *Prima Facie*

Como os físicos *sabem* que nosso mundo físico não é virtual? Stephen Hawking explica:

“Mas talvez estejamos todos ligados a uma gigantesca simulação de computador que envia um sinal de dor quando enviamos um sinal motor para balançar um pé imaginário em uma pedra imaginária. Talvez sejamos personagens de um jogo de computador jogado por alienígenas.” em (Vacca, 2005) p. 131.

Ele parece aberto ao virtualismo, mas a próxima frase é “Brincadeiras à parte. . .”. O virtualismo é uma piada entre a elite da física, mas como a física não consegue explicar a energia escura ou a matéria escura que compõem mais de 90% da massa do universo. De onde vem essa certeza? A realidade do mundo físico é tida como um fato, mas na lógica é apenas uma suposição e na ciência é apenas uma teoria.

A discussão do virtualismo nos círculos acadêmicos é intelectualmente fraca. No Debate Memorial Isaac Asimov de 2016 “*O Universo é uma simulação?*”, especialistas atacam o virtualismo ingênuo de um filme de ficção científica (Matrix, 1999), mas ignoram o status atual da teoria quântica, que afirma que as ondas quânticas agindo de maneiras fisicamente impossíveis criam eventos físicos quando observados. Todas as evidências dizem que essa descrição é verdadeira, mas a possibilidade de que as ondas quânticas sejam reais não é abordada. Em vez de aproveitar a oportunidade para revisar criticamente a física atual, eles atacam um espantalho, um filme de fantasia sem credenciais acadêmicas.

Em uma realidade objetiva, o tempo não se dilata, o espaço não se dobra, os objetos não se teletransportam, o espaço vazio é vazio e os universos não surgem do nada. Ninguém duvidaria que o mundo físico fosse objetivamente real, se ao menos se comportasse assim. Os fatos anteriores são o tipo de evidência circunstancial que um tribunal aceitaria como garantia de uma investigação mais aprofundada. Há claramente um caso que vale a pena examinar, mas primeiro, vamos considerar algumas implicações do realismo quântico.

1.4 Implicações

O realismo quântico propõe que o processamento quântico gera o mundo físico como uma realidade virtual. Se a realidade quântica gera realidade física a cada momento, tudo ao seu redor é real, mas não é o que você vê. A afirmação de que o mundo físico é gerado pelo mundo quântico significa que as leis que governam os eventos físicos surgem de leis quânticas que funcionam de maneira não física. Vivemos então em um mundo quântico dinâmico, não em um mundo físico morto, em um universo participativo e não objetivo. Isso contradiz a visão lúgubre atual da física, do universo como uma máquina morta que se desfaz.

Considerar que o mundo físico é uma realidade virtual gerada pelo processamento quântico implica que deve haver:

- *Um processador.* Toda realidade virtual é gerada por um processador.
- *Uma inicialização.* Toda realidade virtual precisa ser inicializada.
- *Processamento nulo.* Toda realidade virtual executa processamento nulo quando ociosa.

- *Uma taxa de atualização de tela.* Cada realidade virtual é apresentada em uma tela com uma taxa de atualização finita.

As evidências atuais suportam essas implicações? E, se sim, *a realidade é falsa?*

1.4.1 O processador

Alguns sugerem que o mundo físico é tanto o processador quanto sua própria saída:

“O universo não é um programa rodando em outro lugar. É um computador universal, e não há nada fora dele.” (Kelly, 2002)

Mas enquanto os computadores processam a entrada para entregar a saída, a maior parte do universo não computa nada (Piccinini, 2007). Por exemplo, o sol recebe e emite eventos físicos e não informações.

Além disso, o mundo físico causar o processamento do próprio mundo físico o torna impossível circular. Quando um programa é executado para gerar uma saída, a saída é separada do processamento, pois uma causa que causa a si mesma é um ato circular infinito que não pode parar nem mudar. Em contraste, nosso universo está mudando e um dia vai parar porque começou. Cada processo que nossos computadores executam está sempre separado de sua saída, então o mundo físico não pode ser tanto o processo quanto o que ele produz. O mundo físico não pode se calcular mais do que duas mãos podem desenhar uma à outra (Figura 1.3, página 40).

É igualmente superficial para os físicos falarem do processamento quântico ocorrendo em nosso espaço-tempo:

“Imagine a computação quântica embutida no espaço e no tempo. Cada porta lógica agora se localiza em um ponto no espaço e no tempo, e os fios representam caminhos físicos ao longo dos quais os bits quânticos fluem de um ponto a outro.” (Lloyd, 1999) p. 172

Incorporar o processamento quântico em um espaço e tempo fixos contradiz a relatividade, que não permite um espaço ou um tempo fixos. Se o processamento quântico cria um mundo físico virtual e seu espaço e tempo, esse processamento não pode existir no espaço-tempo que ele criou.

Se nosso universo é virtual, deve ser finito porque o que é infinito não pode ser calculado, e de fato assim o é. Da mesma forma, todas as leis da física devem ser calculáveis, o que novamente são. Um abstrato como π pode ser infinito desde que não represente uma coisa física, o que não representa. Então o universo poderia assumir alguns dos estados abaixo:

- *Calculável:* A maioria dos cientistas aceita que o processamento pode calcular a realidade física com base na tese de Church-Turing, de que um programa finito pode simular qualquer saída especificável (Tegmark, 2007). Isso não é determinismo, pois nem toda matemática definível é calculável, por exemplo. uma série infinita. Se nosso mundo for especificável, mesmo probabilisticamente, em teoria, um programa poderia produzi-lo. A ideia não é que o universo seja uma simulação de computador, mas que *poderia* ser. Que *poderia* ser uma realidade virtual seria falsificado por uma lei não computável da física, mas nenhuma jamais foi encontrada. De fato, nosso mundo tem uma simplicidade algorítmica além de todas as expectativas:

“A enorme utilidade da matemática nas ciências naturais é algo que beira o misterioso e não há explicação racional para isso.” (Wigner, 1960)

- *calculando*. Que algum tipo de cálculo cria eventos físicos é apoiado por muitos acadêmicos, incluindo físicos tradicionais como Wheeler, cuja declaração “*Ele vem do bit*” implica que o processamento (*bit*) de alguma forma cria coisas físicas (ele –o universo). Agora o processamento não apenas *modela* o universo, ele o *causa* (Piccinini, 2007).
- *calculado*. Que o processamento realmente calcula a realidade física é o passo final, mas poucos na física apoiam essa visão “forte”, de que o mundo físico é apenas uma saída de processamento (Fredkin, 1990).

Essas afirmações se acumulam, pois cada uma assume a anterior, de modo que o que não é calculável não pode surgir de nenhum cálculo, e o que não pode vir de nenhum cálculo não pode ser uma saída calculada. É uma ladeira escorregadia, pois uma realidade calculável que pode ser causada por algum cálculo poderia ser calculada, ou seja, virtual. Embora a segunda opção, de que **Ele** vem do **Bit**, soe bem, é impossível para um mundo físico se calcular. A lógica reduz as opções acima para duas: ou o mundo físico existe por si só e por acaso é calculável matematicamente, ou é de fato calculado e, portanto, uma saída virtual. O mundo físico é processador ou saída e não há meio termo válido.

O realismo quântico conclui que *a realidade física é gerada pelo processamento quântico não físico*.

1.4.2 A inicialização (*boot –up*)

A ciência do século passado pensava que o universo físico estava *completo*, então enquanto suas partes podiam se transformar, o todo tinha que permanecer em um *estado estável*. Os teóricos do “Big Bang” desafiaram essa visão no palco da ciência, argumentando contra cientistas respeitados que achavam bastante razoável que um universo “explodindo” do nada era altamente improvável. Em 1929, o astrônomo Hubble descobriu que todas as galáxias estão se afastando de um primeiro evento que ocorreu há bilhões de anos, e descobrir que o brilho cósmico de fundo do primeiro evento ainda era visível ao nosso redor confirmou que houve um primeiro evento.

Isso deixou o realismo físico em um dilema, pois um universo físico que *começou* foi criado por outra coisa ou se criou. Se foi criado por outra coisa, como uma criança é de seus pais, então não estava completo. Ou se criou a si mesma, teve que existir antes de sua própria criação, o que é impossível. Um sistema *completo* não pode *começar* magicamente.

No entanto, o fato de nosso universo estar *completo* e ter também *começado* é estranhamente o que a maioria dos físicos acredita hoje. Parmênides concluiu que “*Nihil fit ex nihilo*” ou “*Do nada, nada vem*”, mas a física agora conclui que de um nada inicial, tudo veio. Chamar esse nada inicial de “*algo que flutua*” (Atkins, 2011) não ajuda porque o “nada” não flutua. O primeiro evento não foi uma “*flutuação quântica do vácuo*” porque também deu início ao espaço. Então se a matéria simplesmente saiu do espaço, do que o espaço saiu? Revisar a realidade para permitir que algo venha do nada não funciona. Uma história melhor é necessária do que nada “explodiu” de um ponto adimensional para criar tudo.

A física atual responde à pergunta “*O que havia antes do big bang?*” dizendo que antes do *big bang* não havia tempo, mas “definir” uma pergunta como essa não é uma explicação. Um universo que começou teve que surgir de alguma forma, então é válido perguntar “*Como surgiu?*”. Pois se o tempo e o espaço começaram sem motivo, eles poderiam parar de repente hoje pela mesma lógica? As perguntas-chave são:

- Como a matéria poderia começar sem tempo ou espaço para existir?
- Como poderia o espaço começar sem tempo para começar?
- Como o tempo poderia começar sem espaço para fluir?

Que nosso universo físico tenha se criado é impossível e que veio do nada é inconcebível. Não pode ser uma flutuação quântica massiva ainda se ajustando porque isso precisaria de um espaço e tempo que não existiam antes do primeiro evento.

Em contraste, toda realidade virtual tem de começar com um “*big bang*” que cria não apenas os objetos, mas também seu espaço e tempo. Quando um mundo virtual como Sim City começa, ele vem do nada naquele mundo e antes disso o tempo e o espaço *daquele mundo* não existiam.

O realismo quântico conclui que *o big bang foi quando nosso universo virtual foi inicializado*.

1.4.3 Processamento nulo

O realismo físico se esforça para explicar como as ondas de luz viajam no vazio do espaço. As ondas de água se movem tão rápido quanto a elasticidade do meio aquático permite e o mesmo é verdade para todas as ondas físicas. No final do século XIX esperava-se que a luz, como onda, se movesse a uma velocidade definida pela elasticidade de um éter que preenche todo o espaço. Como a Terra orbita o Sol a 108.000 km por hora e o Sol orbita a galáxia ainda mais rápido, não podemos estar estacionários em relação a esse éter (Figura 1.4, página 41). A velocidade da luz deve variar com a direção, mas em 1887 Michelson e Morley descobriram que era a mesma em todas as direções, então não poderia haver um éter físico.

Einstein então trocou o espaço absoluto e o tempo absoluto de Newton por um espaço-tempo igualmente absoluto onde:

“... o espaço-tempo absoluto é tão absoluto para a relatividade especial quanto o espaço absoluto e o tempo absoluto foram para Newton...” (Greene, 2004, p. 51)

Isso mudou a questão de como a luz vibra o espaço vazio para como ela vibra uma matriz espaço-tempo, mas a última também não dá base para a elasticidade. Em um exemplo de lógica reversa, diz-se agora que a velocidade da luz define a elasticidade do espaço, então *a onda define o meio pelo qual passa!* Ajustar a teoria aos fatos não é o que a ciência deve fazer!

Para entender o problema, imagine um espaço que contém coisas assim como um oceano contém peixes:

1. Qualquer objeto nesse espaço precisa de um limite “não-este-objeto” para existir.
2. A menos que um mundo seja inteiramente de objetos, ele deve conter um “não-qualquer-objeto”, ou seja, um espaço vazio.
3. Se esse espaço não é nada, o mundo é composto apenas de objetos e, portanto, não tem base para movimento.
4. Se esse espaço existe como os objetos, a lógica retorna para #1, então precisa de outro “espaço” para existir.

Uma coisa precisa de um limite “não-ela-própria” para existir, mas se isso também é uma coisa, nada pode se mover. A qualidade de existência das coisas deve parar em algum lugar e para nós o espaço é isso. Segue-se que o espaço não pode existir como os objetos que contém, mas também não pode ser nada. Em um mundo puramente físico, o espaço é “nada”, mas tanto Einstein quanto Newton viram que o espaço deve ser algo para os objetos se moverem nele:

“... De acordo com a teoria geral da relatividade, o espaço sem éter é impensável; pois em tal espaço não haveria apenas propagação de luz, mas também nenhuma possibilidade de existência para padrões de espaço e tempo...” (Einstein, 1920, no discurso de 5 de maio na Universidade de Leyden)

Observe que seu termo “éter” não é o éter físico que Michelson e Morley descartaram, mas descreve o que age como nada. Enquanto um éter físico foi desacreditado, um não físico não foi:

“Desde 1905, quando Einstein se desfez do éter luminífero, a ideia de que o espaço é preenchido com substâncias invisíveis voltou vigorosamente.” (Greene, 2004) p. 76

O paradoxo é que enquanto o espaço age fisicamente como nada, na verdade, ele deve ser alguma coisa e o efeito Casimir, no qual espaço exerce uma “pressão”, suporta isso.

Quando um computador não tem nada para fazer, seu processador não fica ocioso, mas executa um *processamento nulo*. Mesmo que não esteja pressionando teclas ou movendo o mouse, um computador de 4 GHz ainda processa cerca de 4.000 vezes por segundo. Se o espaço vazio é um processamento nulo, não é nada apenas no sentido de que não tem saída, mas é algo em que é uma atividade. Um espaço virtual que é processamento nulo não precisa existir em outro espaço porque é algo em si, ou seja, processamento quântico.

Em termos de processamento, o espaço é o *elemento nulo*, então o espaço vazio é uma saída de processamento que difere apenas de um elétron ou de um fóton por ser nulo. Se o processamento quântico produz um elétron ou espaço é como se um ponto de tela tem um valor ou não. Mesmo uma tela em branco, sem imagens, ainda é atualizada em alguma taxa de ciclo, então não é nada. Se alguém desligar uma tela, para vê-la em si mesma, isso destrói as imagens sobre ela, então, se a tela quântica for desligada, o universo físico, incluindo seu espaço e tempo, desaparecerá instantaneamente.

O realismo quântico conclui que *o espaço vazio é um processamento nulo e não nada*.

1.4.4 Uma taxa de atualização de tela

Este projeto começou quando me perguntei por que nosso mundo tem uma velocidade máxima. Einstein deduziu que nada é mais rápido do que a luz dos fatos, mas *não explicou porquê*. Em um mundo objetivo, as coisas poderiam ir cada vez mais rápido, então por que não? Ocorreu então o pensamento de que talvez a velocidade da luz reflita um limite de processamento, assim como a tela do meu computador só pode ser executada em uma determinada taxa de quadros.

Em um mundo virtual, a distância é medida em pixels e o tempo em ciclos. Uma simulação não tem tempo exceto aquele definido por seus ciclos de processamento e nenhum espaço exceto aquele definido por seus pixels de tela. Perguntar sobre o tempo entre os ciclos ou o espaço entre os pixels é como perguntar sobre um filme entre seus quadros ou uma imagem entre seus pontos, quando nem o filme nem a imagem existem então. Um filme rodando 70 quadros por segundo *parece* contínuo para nós porque nossos olhos só atualizam 30 vezes por segundo.

Da mesma forma, um universo físico que se atualiza no tempo de Planck, a 10^{43} vezes por segundo, parecia contínuo aos nossos instrumentos até recentemente. Nada é mais curto que um comprimento de Planck e nada é mais breve que o tempo de Planck, então a realidade física tem pixels e ciclos, como uma realidade virtual em uma tela.

Nesse caso, a velocidade máxima com a qual qualquer coisa pode se mover de um ponto a outro é de um pixel por ciclo. Isso implica que a velocidade máxima para o nosso universo é o comprimento de Planck dividido pelo tempo de Planck, que é de fato a velocidade da luz. Os valores que usamos, como 186.000 milhas por segundo ou 299.792.458 metros por segundo, refletem as unidades que usamos, mas em unidades quânticas a velocidade da luz é apenas um.

O realismo quântico conclui que *a velocidade da luz é sempre a máxima possível porque é um pixel quântico por ciclo quântico*.

1.4.5 A realidade é falsa?

Um mundo virtual é necessariamente um mundo falso? Considere o seguinte caso:

“Em junho de 2005, QiuChengwei, um cidadão chinês, ganhou uma espada virtual no jogo online Legend of Mir 3. Ele emprestou a espada para um colega jogador Zhu Caoyuan que

posteriormente a vendeu [no eBay]. Quando Qiu relatou o incidente à polícia, ele foi informado de que uma espada virtual não era propriedade real e não estava protegida por lei. Qiu foi para a casa de Zhu e o esfaqueou até a morte em um crime muito real pelo qual ele agora está cumprindo uma sentença de prisão perpétua.” (Power, 2010) p188

A espada roubada não existia fisicamente, mas era real o suficiente para os envolvidos a possuírem, a venderem e matarem-se por ela. Segue-se que, para todos os efeitos, a espada Mir era real, embora fosse virtual. Como outro exemplo, os Bitcoins valem bilhões, mas não são coisas físicas, portanto, se a definição atual de realidade como “O que existe” significa o que existe fisicamente, então os Bitcoins não existem. Uma definição mais clara de realidade é “*O que existe para um observador*”.

Essa definição ainda se aplica à realidade física porque, pelo efeito do observador na física, todo evento físico requer um observador. Adicionar o observador à definição nos permite dizer que um sonho é real para o sonhador, mas não para os outros. Não implica que criamos unilateralmente toda a realidade como no solipsismo, apenas a nossa realidade. O fato de *todo evento de realidade ser uma interação observador-observação* leva a disciplinas como sociologia, psicologia e computação estudarem sistemas sociais, humanos e de informação que são *reais*. Pois se a informação não fosse real, se a cognição não fosse real ou se a sociedade não fosse real, as ciências da computação, psicologia e sociologia seriam o estudo da irrealidade. Segue-se então que as realidades informacionais, pessoais e sociais *emergem* da realidade física (Whitworth & Ahmad, 2013).

O fato de as realidades informacionais, pessoais e sociais serem formas alternativas de ver a realidade física permite que a sociologia estude os sistemas sociais, a psicologia estude os sistemas humanos e a ciência da computação estude os sistemas de informação que são reais (Figura 1.5, página 41).

Observe que essas diferentes visões da realidade existem ao mesmo tempo, então um telefone celular é simultaneamente *hardware e software*. Existe uma realidade, mas diferenciamos *hardware e software* como *visões diferentes da mesma realidade*.

O software emerge do hardware, pois não pode existir sem ele, mas o hardware pode existir sem o software. O observador escolhe uma visão de hardware para resolver um problema de hardware e escolhe uma visão de software para resolver um problema de software. Na Figura 1.5 (página 41), cada *nível de realidade* emerge do nível abaixo como uma forma superior de ver a realidade. Estruturas sociais emergem do significado humano (Bone, 2005) que emerge de dados nervosos que emergem de eventos cerebrais físicos porque ver a realidade em termos sociais ajudou a sobrevivência (Hogg, 1990).

Nesta abordagem, a espada Mir não existia fisicamente, mas existia como uma entidade de informação no banco de dados Mir, era uma entidade cognitiva na mente de seu dono e existia para a comunidade Mir, então era real pelo nova definição. A espada Mir não era uma fantasia real de apenas uma pessoa. Existia por consenso comum e era até mesmo um objeto de pesquisa *cientificamente* real. Em uma sociedade, vender o que não possui é injusto. Então como a polícia não tinha solução para o caso, o dono fez justiça com as próprias mãos.

Se construções sociais emergem de pensamentos humanos que emergem de informações neurais e nervosas baseadas em eventos físicos, o mundo físico é o fim da linha? O *realismo físico* diz que é, argumentando que tudo se reduz a eventos físicos, então apenas eventos físicos *realmente existem*. Mas se a matéria fosse o fim da linha da realidade, ela seria capaz de observar, mas ninguém jamais propôs como ela pode fazer isso.

O fato de todo evento físico ser uma observação sugere que o mundo físico também é *um efeito do observador*. A teoria quântica concorda que, se as ondas quânticas se tornassem eventos físicos quando observadas, a física seria *apenas outra visão da realidade*. Como o grande filósofo do

século XVIII Kant concluiu, vemos fenômenos não *númenos*, uma visão da realidade e *não as coisas como elas são em si mesmas* (Kant, 2002).

Se a realidade física é um efeito de observador, ela só existe quando olhamos, assim como minha imagem no espelho é um efeito de observador que só existe quando olho. Se eu não olhar meu corpo ainda existe, mas se eu observar o espelho, uma imagem aparece. A imagem que vejo não é real em si mesma, mas representa a realidade do meu corpo.

O realismo quântico conclui que o mesmo se aplica ao mundo ao nosso redor, que existe quando olhamos, mas quando não olhamos, o que existe é a realidade quântica. A Figura 1.6 (página 42) coloca a realidade quântica na base da pirâmide da realidade porque fornece o observador. A realidade física então emerge dele assim como a realidade da informação emerge da realidade física. O realismo quântico é que o mundo físico que vemos é uma imagem gerada por um mundo quântico real que não vemos. Não é falso, assim como uma imagem em um espelho não é falsa, porque a realidade quântica realmente existe, mas também não é real em um sentido objetivo.

1.5 Avaliando o Realismo Quântico

Como o realismo quântico pode ser avaliado? O método científico proposto é fazer engenharia reversa da realidade física para fazer previsões que a sustentem ou a neguem.

1.5.1 A Ciência e o Realismo Quântico

A ciência é uma maneira de fazer perguntas sobre a realidade e não um conjunto de ideias fixas:

“A ciência não é sobre construir um corpo de “fatos” conhecidos. É um método para fazer perguntas embaraçosas e submetê-las a uma verificação da realidade, evitando assim a tendência humana de acreditar no que nos faz sentir bem.” (Pratchett et al., 1999) p188

Ela limita não as perguntas que fazemos, mas como as respondemos, de modo que questionar a realidade física não nega a ciência, mas envolve seu espírito de investigação. O realismo quântico é um questionamento sobre este mundo, não uma especulação metafísica não testável sobre universos além do nosso (Tegmark, 1997), que universos virtuais podem ser salvos e restaurados (Schmidhuber, 1997) ou a ideia de que realidades virtuais criam umas às outras (Bostrom, 2002). Essas especulações estão além do escopo da ciência, mas o realismo quântico como *uma declaração sobre o mundo que vemos* está aberto ao método científico.

A ciência não testa teorias isoladamente, mas forma hipóteses mutuamente exclusivas e rejeita as menos prováveis. Não “prova” teorias, mas, dadas duas alternativas falsificáveis, escolhe a melhor. O realismo quântico é *falsificável* porque qualquer física incomputável o refutaria:

“... a hipótese de que nosso universo é um programa executado em um computador digital em outro universo gera previsões empíricas e, portanto, é falsificável ...” (McCabe, 2005) p.1 p188

Se o mundo físico não fosse computável, não poderia ser virtual, mas ele é. O realismo físico também é falsificável, mas suas falsificações são chamadas de mistérios não resolvidos (Aspect et al., 1982).

A teoria quântica é uma ciência, embora se refira a estados quânticos que não são, por definição, físicos, porque ser capaz de observar o que uma teoria descreve não é uma exigência da ciência, e nunca foi:

“O atomismo começou como uma ideia filosófica que falharia virtualmente em todos os testes contemporâneos do que deveria ser considerado “científico”; no entanto, eventualmente, tornou-se a pedra angular da ciência física.” (Barrow, 2007) p.3

A física atual tem *quarks* não observáveis, campos invisíveis e partículas virtuais, de modo que dificilmente pode tornar a visibilidade uma demanda da ciência. Não há necessidade, pois o que a ciência deve observar são as previsões de uma teoria, não suas partes. Um primeiro evento que nunca podemos observar é agora aceito com base nas evidências que podemos. Se a ciência pode decidir que houve um big bang com base em evidências, ela pode decidir se a realidade física é virtual ou não baseada em evidências. O realismo quântico não contradiz a ciência, mas negá-lo sim.

1.5.2 A Engenharia Reversa da Realidade Física

O método científico, em poucas palavras, é fazer uma suposição e testá-la para ver o que acontece. Os cientistas avaliam uma teoria assumindo que ela é verdadeira e, em seguida, analisando-a para ver se ela prevê fatos ou não. Na ciência da computação, isso envolve *projetar* um modelo lógico, *implementá-lo* e *testá-lo* contra as expectativas.

A *ciência do design* segue esse método, pois um sistema de informação é primeiro projetado em teoria, depois construído e, então, testado em relação aos requisitos de maneira iterativa (Hevner et al., 2004). A *engenharia reversa* é um subconjunto da ciência do design, onde, dada uma saída, deduz-se o processamento por trás dela. O método é primeiro formular hipóteses sobre o processamento envolvido, depois testar a saída que esse processamento prevê em relação à saída observada e repetir até que os resultados sejam consistentes. Cientistas que executam simulações quânticas para prever resultados físicos usam esse método.

Os capítulos a seguir usarão esse método de engenharia reversa para responder à pergunta de pesquisa:

“O processamento quântico gera realidade física?”

Os passos são os seguintes:

1. *Especificar*: Especifique a saída do mundo físico (física).
2. *Projetar*: Projete o processamento quântico para satisfazer esses requisitos (ciência da computação).
3. *Validar*: Compare a saída esperada com a saída real (ciência).
4. *Repetir*: Repita para obter um design consistente (realismo quântico).

A restrição de consistência é crítica, pois enquanto se pode facilmente “ajustar” um sistema a um requisito, satisfazer muitos de uma vez é muito mais difícil. Além disso, o projeto deve:

1. *Seguir as melhores práticas de computação*. Use os princípios estabelecidos da ciência da computação.
2. *Satisfazer a Navalha de Occam*. Dada uma escolha de design, escolha a opção mais simples.

O objetivo é fazer a *engenharia reversa* do mundo físico, para derivar as leis da física a partir dos princípios da informação. Uma teoria científica não pode *escolher* o que explica, então o realismo quântico deve explicar *toda* a física, incluindo espaço, tempo, energia, matéria, gravidade, magnetismo, rotação e carga. Escolher casos (*cherry-picking*) para encontrar programas

selecionados que imitam algumas propriedades do mundo não é um novo tipo de ciência, mas o conhecido viés de confirmação (Wolfram, 2002). A engenharia reversa da realidade física da pode revelar que o realismo quântico é:

1. *Espúrio*. Um modelo espúrio não agrega valor porque precisa de novas suposições ou parâmetros para explicar cada novo fato. Modelos espúrios sempre têm uma desculpa de porta dos fundos
2. *Coincidente*. Modelos coincidentes funcionam por um tempo por sorte, mas falham com o tempo, pois os apoiadores precisam escolher casos para apoiar o modelo e ignorar aqueles que o contradizem.
3. *Útil*. Um modelo útil não é necessariamente verdadeiro, mas abre novas pesquisas produtivas que aumentam o conhecimento. É um útil como um trampolim.
4. *Válido*. Com base em algumas suposições, um modelo válido combina com a realidade observada de várias maneiras e prevê algo novo que contradiz os modelos estabelecidos, mas que posteriormente é comprovado.

Dado o caso circunstancial apresentado anteriormente, o realismo quântico pode fornecer informações úteis, mesmo que não seja inteiramente verdadeiras. Se a física descreve eventos físicos e a ciência da computação descreve eventos de processamento, a ciência do *design* pode verificar se o processamento quântico produz eventos físicos.

1.6 Uma Nova Teoria

Quando a ciência encontra uma nova teoria que pretende explicar o que uma antiga fez, ela usa a *Navalha de Occam* para escolher entre elas e examina as *suposições* de ambas, para encontrar falhas. Uma *mudança de paradigma* que muda os fundamentos teóricos é sempre difícil de introduzir, mas o maior obstáculo para qualquer nova teoria é a *ilusão da onisciência*, a crença de que já temos todas as respostas.

1.6.1 A Navalha de Occam

A navalha de Occam não é multiplicar causas desnecessariamente e preferir a teoria mais simples. Há um século, Bertrand Russell negou a ideia de que a vida é um sonho apelando ao bom senso e à Navalha de Occam:

“Não há impossibilidade lógica na suposição de que toda a vida é um sonho, no qual nós mesmos criamos todos os objetos que nos surgem. Mas, embora isso não seja logicamente impossível, não há razão alguma para supor que seja verdade; e é, de fato, uma hipótese menos simples, vista como um meio de explicar os fatos de nossa própria vida, do que a hipótese do senso comum de que realmente existem objetos independentes de nós, cuja ação sobre nós causam nossas sensações.” (Russell, 1912)

A mesma lógica se aplica ao virtualismo? Ainda é senso comum que algo lá fora causa coisas além de nós, mas os “objetos” da física atual que causam as coisas são partículas virtuais como glúons que surgem do espaço vazio e desaparecem no efeito. Uma física onde o espaço se curva, as entidades se teletransportam e o tempo se dilata não é mais uma “hipótese do senso comum”. Não é senso comum que um universo de matéria tenha explodido de um ponto sem dimensões ou que ondas de luz não vibrem nada. Hoje, o senso comum pode concordar que nosso universo foi inicializado e que as ondas de luz se movem na tela do espaço.

Na época de Russell, algumas partículas elementares com algumas propriedades como massa, carga e rotação eram suficientes, mas a física moderna precisa de quarenta e oito partículas fundamentais, vinte e quatro propriedades ajustadas, cinco campos invisíveis e quatorze partículas virtuais para explicar apenas o básico. Para explicar mais, como inflação, neutrinos e matéria escura, precisa de mais complexidade na forma de novos campos, partículas e parâmetros. A teoria das cordas, sua melhor tentativa de uma teoria universal, precisa de pelo menos onze dimensões para funcionar. É difícil imaginar algo mais complexo do que a física hoje, por isso elas não é preferida pela sua simplicidade! Como os capítulos seguintes mostram, o realismo quântico pode explicar os mesmos fatos usando um processo fundamental, quatro dimensões e um campo.

A física baseada no realismo físico já foi a teoria mais simples, mas isso não é verdade hoje. Avance cem anos e *a Navalha de Occam corta para o outro lado*, já que o virtualismo agora é uma teoria mais simples.

1.6.2 As Suposições do Realismo Físico

A ciência começou quando Aristóteles concluiu que, para todos os propósitos práticos, eventos físicos causavam eventos físicos, então a matéria foi considerada a substância primordial. A física moderna acrescenta energia ao termo “físico” porque a luz não tem massa, assim como o tempo e o espaço. Tudo isso para apoiar a ideia de 2.000 anos de que o mundo físico é real, onde “físico” é entendido como matéria, energia, espaço e tempo.

A *crença* de que apenas o mundo físico existe é baseada em quatro suposições sobre ele, a saber, que ele é:

1. *Conservado*. Um mundo físico que é tudo o que existe deve ser conservado. Ele pode se *transformar*, como o barro se transforma em uma tigela, mas deve sempre existir. Infelizmente, o fracasso da teoria do estado estacionário em competir com a Teoria do *big bang* no século passado quebrou esse pilar, pois o que começou do nada não é conservado. A *correção* do realismo físico é a especulação de que nosso universo oscila em um *big bounce*.
2. *Contínuo*. Um mundo físico que é tudo o que existe precisa de um espaço e tempo contínuos para existir, mas a continuidade cria infinitos que contradizem essa suposição, então a física inventou a correção matemática conhecida como renormalização, uma técnica que Feynman chamou de “*processo insensato*”.
3. *Completo*. Um mundo físico que é tudo o que existe implica que tudo tem uma causa física, mas eventos aleatórios como o decaimento atômico não têm causa física por definição e a teoria quântica acrescenta que todo evento físico é aleatório em algum grau. O conto de fadas de muitos mundos de que cada evento quântico cria um universo totalmente novo foi uma *correção* que chamou a atenção do público.
4. *Fundamental*. Um mundo físico que é tudo o que existe implica em partículas fundamentais que não precisam de mais nada para existir, mas a teoria quântica afirma que os eventos físicos só ocorrem quando as ondas quânticas são observadas e as evidências apóiam isso. Física baseada no observador quântico é quebrada pela *correção* de que partículas virtuais aparecem do nada para explicar o que um observador vê.

A Figura 1.7 (página 42) mostra os quatro pilares do realismo físico, suas rachaduras e os remendos resultantes. As implicações dessas suposições são que, se o mundo físico é sempre:

1. Conservado, então deve ser *eterno*,
2. Contínuo, então deve ser *onipresente*,
3. Completo, então deve ser *onipotente* e
4. Fundamental, então deve *auto-existente*.

Que o mundo físico seja conservado, contínuo, completo e fundamental equivale a dizer que é *eterno, onipresente, onipotente e auto-existente*, todas as propriedades atribuídas a Deus nos tempos religiosos. O realismo físico veste as propriedades de Deus em termos científicos e as aplica à realidade física, por isso é mais uma ideologia do que uma conclusão da ciência.

Curiosamente, as suposições do realismo físico nunca foram submetidas ao escrutínio científico. Nenhum experimento os contrasta com uma alternativa porque nenhuma jamais foi crível. Eles são aceitos com base na tradição, mas a física atual não pode provar suas suposições sobre a realidade física mais do que a religião poderia provar suas suposições sobre Deus. Se o mundo físico é sempre conservado, por que começou? Se o mundo físico é contínuo, por que existem limites de Planck? Se o mundo físico está completo, por que ocorre aleatoriedade quântica? Se o mundo físico é feito de partículas fundamentais, por que o observador é necessário na teoria quântica e na relatividade?

Para acreditar no realismo físico hoje, é preciso acreditar que a matéria física surgiu por si mesma, que um truque matemático pode negar os infinitos da continuidade, que cada evento de fóton gera um novo universo e que partículas virtuais rotineiramente surgem do espaço vazio para fazer as coisas acontecerem. Dizer que o realismo físico tem fundamentos instáveis é um eufemismo, então é hora de considerar outro paradigma.

O realismo quântico nega todas as suposições do realismo físico. Um mundo virtual que é criado do nada nesse mundo nem sempre é conservado. Um mundo virtual feito de pixels apresentados em ciclos quânticos não é contínuo. Uma saída de mundo virtual por processamento quântico não está completa. Um mundo virtual que requer um observador não pode ser fundamental. Atribuir as propriedades de Deus a uma realidade virtual que começou em um instante passado e é gerada por eventos quânticos a cada momento é pura tolice.

1.6.3 Uma Mudança de Paradigma

Kuhn chamou a mudança dos fundamentos de uma teoria científica de *mudança de paradigma* (Kuhn, 1970), onde uma teoria é construída sobre axiomas como uma casa é construída sobre *fundações*. Os axiomas de uma teoria são aqueles sobre os quais ela é construída, portanto, alterá-los não é fácil. Por exemplo, o axioma da geometria de Euclides de que linhas paralelas não podem convergir foi aceito sem questionamentos por dois mil anos, até que se percebeu que em superfícies curvas como a Terra, longitudes paralelas convergem (nos polos). Alterar esse axioma permitiu *hipergeometrias* e tornou a geometria de Euclides apenas o caso de curvatura zero. Essa mudança de paradigma permitiu que uma teoria que originalmente era um único apartamento se tornasse um conjunto de apartamentos.

Chaitin, seguindo Gödel, argumentou que bons axiomas explicam mais do que eles supõem (Chaitin, 2006), então, assim como colocar um barraco em cada novo lote de terra gera a uma favela não uma cidade, adicionar um novo axioma para explicar cada novo fato é ineficiente. Bons axiomas devem ser capazes de sustentar mais de um fato, assim como boas fundações devem ser capazes de sustentar mais de um andar.

No entanto, adicionar parâmetros para explicar novos fatos tem sido a norma na física há algum tempo. O resultado é que a física atual, com seus muitos parâmetros, partículas e campos, está sofrendo com o equivalente teórico da expansão urbana. A teoria das cordas falhou porque tinha muitas suposições, como uma cidade que precisa de mais terra e dinheiro do que qualquer outra pessoa. Uma cidade só pode se espalhar até que tenha que usar arranha-céus para fazer melhor uso da terra e, pela mesma razão, adicionar novos campos e partículas para explicar novos efeitos como matéria escura, decaimento radioativo, neutrinos, inflação e atração de quarks não é mais custo-benefício em termos teóricos. É necessária uma mudança de paradigma que mude os axiomas.

Na ciência, mudar axiomas é disruptivo, assim como mudar as fundações de um edifício, mas o

resultado pode valer a pena porque as *inovações disruptivas* (Sandström, 2010) não necessariamente negam o progresso passado. Por exemplo, permitir superfícies curvas ainda incluía a geometria de Euclides como um caso especial e a teoria da relatividade de Einstein também incluía a mecânica newtoniana como um caso especial.

Da mesma forma, o realismo quântico não muda as equações da física, apenas sua *interpretação*, então a equação de Schrödinger é a mesma, exceto que agora descreve o que é real e não ficcional. O valor dessa mudança *é que ela permite novos rumos*, pois assim como saber que as estrelas não giram em torno da Terra deu novos rumos na astronomia, saber que o mundo físico é gerado pelo processamento quântico permite novos rumos na física.

Mudar o “Ele vem do bit” de Wheeler para “Ele vem do qubit” permite uma abordagem “Física do zero” (Tegmark, 2007 p6), onde as cargas do elétron, quarks e neutrinos podem ser derivadas dos primeiros princípios do processamento quântico (ver Capítulo 4). No entanto, as mudanças de paradigma sempre enfrentam outra barreira –a arrogância de que já temos todas as respostas.

1.6.4 A Ilusão da Onisciência

O progresso científico sempre contrariou a arrogância que já conhecemos, portanto:

“Desde que nossos primeiros ancestrais admiravam as estrelas, nossos egos humanos sofreram uma série de golpes.” (Tegmark, 2007)

O cristianismo medieval ensinava que Deus colocou a Terra no centro do universo e depois nos criou. Ninguém perguntou “*Onde está a terra no universo?*” porque era suposto ser conhecido. Quando Galileu desafiou o axioma da centralidade da terra, ele também desafiou a ideia de que *somos o centro físico do mundo*. Agora sabemos que vivemos em um pequeno planeta circulando uma pequena estrela, a dois terços do caminho de uma galáxia média de cem bilhões de estrelas, em um universo de pelo menos esse número de galáxias. A humanidade é como uma espécie de bactéria dominando uma folha em uma árvore em uma vasta floresta, o que de alguma forma dói! No entanto, o golpe do ego de que não somos o *centro físico* das coisas foi o preço de novos conhecimentos de astronomia.

Mesmo assim, acreditava-se que os humanos foram criados à parte dos animais, então ninguém perguntou “*Como surgiu a humanidade?*” porque foi novamente assumido que isso era conhecido. Quando Darwin desafiou o axioma da criação humana, ele também desafiou a ideia de que somos o *centro biológico do mundo*. Agora sabemos que os humanos modernos estão no planeta há menos de um milhão de anos e foram uma espécie menor durante a maior parte desse tempo. Em comparação, os dinossauros governaram a Terra por duzentos milhões de anos antes de serem exterminados há sessenta e cinco milhões de anos pelo evento de meteoro que permitiu a evolução dos mamíferos. Estima-se que 99,9% de todas as espécies que já viveram estão extintas, então nossas chances de dominar a Terra por muito tempo não são altas. Nosso estado é tão frágil que até um pequeno vírus pode atrapalhar! É fácil esquecer que bactérias, insetos e plantas nos excedem em biomassa e muitas espécies têm mais genes. No entanto, o golpe do ego de que não somos o *centro biológico* da vida foi o preço do novo conhecimento da biologia.

A neurociência moderna agora desafia o próprio ego, a ideia de que temos um centro de onde se originam todas as nossas ações e para onde vão todas as sensações. A pergunta não feita desta vez é “*Quem sou eu?*”, novamente porque se supõe ser conhecido, mas estudos do cérebro constataam que ele não possui um centro de processamento equivalente à CPU (unidade central de processamento) de um computador. O processamento mais alto do cérebro, o córtex, é dividido em dois hemisférios e, se forem cirurgicamente desconectados, cada um age como um cérebro em si mesmo, assumindo-se como “eu” (Sperry & Gazzaniga, 1967). A conclusão é que mesmo o eu do ego é uma ilusão, pois também não temos um *centro psicológico*.

O Capítulo 6 aborda o mistério da consciência de como *dois* hemisférios podem gerar um “eu”, mas a tendência é clara: nossos egos nos veem repetidamente *no centro das coisas* e a ciência descobre repetidamente que não estamos. A última ilusão do ego é que o próprio ego é uma ilusão? Parece improvável, pois cada geração pensa que tem todas as respostas –até que a próxima geração descubra que não.

O realismo quântico desafia a ideia de centralidade mais antiga de todas: a de que o mundo físico é o centro da realidade. Assumimos que *a realidade é o que vemos porque nós a vemos*, mas quem somos nós para definir a realidade? O fato de vermos a realidade como física não a torna assim. Não é arrogância supor que o que vemos é o que é? A ideia de que a realidade física é gerada pela realidade quântica choca o ego, mas se ajusta aos fatos, como mostra a Tabela 1.1 (página ??). Não há nada de ilógico na ideia de que uma realidade que não vemos cria a realidade que vemos e, ao mesmo tempo, fornece uma base para o que a ciência não pode explicar –o observador.

É irônico que os cientistas que lutaram contra os dogmas da Igreja por tanto tempo agora empurrem o dogma do realismo físico. A Ilusão Científica é que a ciência sabe tudo sobre a realidade, exceto por algumas pontas soltas. A Ilusão da Onisciência Científica, o mito de que a ciência sabe tudo ou está prestes a saber, levou ao sonho de uma *Teoria de Tudo* (TOE –*Theory of Everything*), uma equação que define o futuro e acaba com a ciência. Um pouco de humildade revelaria que não podemos colocar o universo em uma caixa intelectual porque somos parte dele, e uma parte não pode conter o todo. A arrogância do realismo físico é tratar a realidade física como um Deus.

É por esta razão que o realismo quântico é um *questionamento de tudo* e não uma teoria de tudo. O preço do progresso científico desta vez é abandonar a ilusão da onisciência científica.

1.7 Tabela Resumo

Realismo Físico	Realismo Quântico
O big bang. O Universo surgiu do nada em uma "expansão" que também forjou o tempo e o espaço	A inicialização (boot-up). O Universo começou quando ele foi inicializado o que também fabricou nosso tempo e espaço
Quantização. Massa, energia, tempo e espaço são quantizados no nível de Planck por uma razão desconhecida	Digitalização. Massa, energia, tempo e espaço são quantizados porque o universo é um sistema digital
Velocidade máxima. A velocidade da luz é o limite universal por uma razão desconhecida	Taxa máxima. A capacidade de processamento de uma rede quântica define a velocidade da luz
Colapso da Função de Onda. Ondas quânticas colapsam mais rápido que a luz, o que é fisicamente impossível	Reinicialização do programa. O colapso quântico como reinicialização de programa instantaneamente afeta cada parte da tela
O tempo dilata. O tempo dilata próximo a corpos massivos e em altas velocidades por uma razão desconhecida	Redução do processamento. O processamento reduz-se próximo a corpos massivos e em altas velocidades à medida que a carga aumenta
A massa curva o espaço. O espaço "curva" a vizinhança de corpos massivos por uma razão desconhecida	A massa distorce o processamento. O espaço curva à medida que a massa cria um gradiente de processamento ao redor de si própria
Leis físicas são simples. As leis da física são algoritmicamente simples por uma razão desconhecida	Leis físicas são calculadas. As leis físicas são simples porque elas são cálculos quânticos
Aleatoriedade física. A emissão beta é aleatória, isto é, não previsível por nenhum outro evento físico anterior	Escolhas do servidor. O que é aleatório para nós é definido por escolhas de processamento do servidor quântico
Complementariedade. Entidades quânticas não podem ter uma exata posição e momentum simultaneamente	Dados comuns. Se o mesmo processamento resulta em posição e momentum, então ele não pode resultar em ambos simultaneamente
Equivalência quântica. cada elétron é idêntico a todos os outros por alguma razão desconhecida	Equivalência digital. O processamento quântico que cria um elétron é sempre o mesmo
Tunelamento quântico. Uma entidade física quântica pode repentinamente atravessar uma barreira intransponível	Transição de estados. O processamento quântico espalhado por uma rede pode reiniciar a qualquer momento

Tabela 1.1: Sumário do Capítulo 1: realismo físico vs realismo quântico

1.8 Questões

As questões a seguir abordam o que foi apresentado neste capítulo. Elas são melhor discutidas em grupo a fim de que uma grande variedade de opiniões aflorem. O link da seção relacionada está disposto após cada pergunta:

1. Em que sentido a física atual é uma “ciência oca”? O que está faltando? (Subseção 1.1.2)
2. Por que é difícil argumentar a favor do dualismo, tanto para um mundo espiritual quanto para um mundo físico? (Subseção 1.2.2)
3. Como uma realidade objetiva difere de uma realidade virtual? (Subseção 1.2.3)
4. A ciência provou que o mundo físico é uma realidade objetiva? (Subseção 1.2.3)
5. Como o realismo quântico concorda com Matrix? E como difere dela? (Subseção 1.2.5)
6. Como o realismo quântico e o realismo físico são a mesma coisa? Qual é a diferença? (Subseção 1.2.5)
7. A ciência ainda poderia operar em uma realidade virtual? (Subseção 1.2.6)
8. Que evidência física se encaixa na teoria de que o mundo físico é uma realidade virtual? (Subseção 1.3.1)
9. Por que muitos físicos negam que eventos quânticos causem eventos físicos? (Subseção 1.3.2)
10. O mundo físico está computando a si próprio? (Subseção 1.4.1)
11. O universo físico se criou no “big bang”? (Subseção 1.4.2)
12. Como nosso espaço “começou” se não havia “algum lugar” por onde começar? (Subseção 1.4.2)
13. Como nosso tempo começou se não havia um “momento” de tempo para começar? (Subseção 1.4.2)
14. Como o espaço pode ser nada e algo? (Subseção 1.4.3)
15. Por que nada pode ir mais rápido que a luz? (Subseção 1.4.4)
16. A física é mais “científica” porque estuda a realidade física? (Subseção 1.4.5)
17. O realismo quântico é falsificável? O realismo físico é falsificável? (Subseção 1.5.1)
18. Como o realismo quântico pode ser avaliado cientificamente? (Subseção 1.5.2)
19. O que é a Navalha de Occam? Ela suporta o realismo físico? (Subseção 1.6.1)
20. Que evidência sugere que o mundo físico não é eterno, onipresente, onipotente ou auto-existente? (Subseção 1.6.2)
21. O realismo quântico desafia a correção das equações físicas? Se não, o que faz? (Subseção 1.6.3)
22. Como a ciência desafiou nosso ego no passado? Que falácia do ego o realismo quântico desafia? (Subseção 1.6.4)

1.9 Referências

Aspect, A., Grangier, P., & Roger, G. (1982). Experimental Realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm Gedankenexperiment: A New Violation of Bell's Inequalities. *Physical Review Letters*, 49(2), 91–94.

Atkins, P. (2011). *On Being: A scientist's exploration of the great questions of existence*. Oxford University Press.

Audretsch, J. (2004). *Entangled World: The fascination of quantum information and computation*. Verlag: Wiley.

Baggot, J. (2013). *Farewell to Reality: How fairytale physics betrays the search for scientific*

truth. London: Constable.

Barrow, J. D. (2007). *New theories of everything*. Oxford: Oxford University Press.

Bone, J. (2005). The social map and the problem of order: A re-evaluation of “Homo Sociologicus.” *Theory & Science*, 6(1).

Bostrom, N. (2002). Are you Living in a Computer Simulation? *Philosophical Quarterly*, 53(211), 243–255.

Chaitin, G. (2006). The limits of reason. *Scientific American*, 294(3), 74–81.

Cho, A. (2000). Physicists Unveil Schrodinger’s SQUID. *Science*, 287(31 March).

Deutsch, D. (1997). *The Fabric of Reality*. Penguin Press: Allen lane.

Esfeld, M. (2004). Quantum Theory: A Challenge for Philosophy! In J. Audretsch (Ed.), *Entangled World* (pp. 271–296). Weinheim: Wiley-VCH.

Everett, H. (1957). “Relative state” formulation of quantum mechanics. *Rev. of Mod. Phys.*, 29, 454–462.

Ford, K. W. (2004). *The Quantum World: Quantum Physics for Everyone*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

Fredkin, E. (1990). Digital Mechanics. *Physica D*, 254–270.

Greene, B. (2004). *The Fabric of the Cosmos*. New York: Vintage Books.

Gribbin, J. (2000). *The Search for Superstrings, Symmetry, and the Theory of Everything*. Little, Brown & Company.

Guth, A. (1998). *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins*. Perseus Books.

Hafele, J. C., & Keating, R. E. (1972). Around-the-world atomic clocks: Observed relativistic time gains. *Science*, 177, 168–170.

Hevner, A. R., March, S. T., & Park, J. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.

Hogg, M. A. (1990). *Social Identity Theory*. Springer-Verlag New York.

J. Khoury, B. A. O. (2001). Ekpyrotic universe: Colliding branes and the origin of the hot big bang. *Phys. Rev. D* 64, (12).

Kant, I. (2002). *Critique of Pure Reason*. In M. C. Beardsley (Ed.), *The European Philosophers from Descartes to Nietzsche*. New York: The Modern Library.

- Kelly, K. (2002). God is the Machine. *Wired*, 10(12).
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (Vol. Second Edition, Enlarged). Chicago: The University of Chicago Press.
- Kwiat, P. G., Weinfurter, H., Herzog, T., Zeilinger, A., & Kasevich, M. A. (1995). Interaction-free Measurement. *Phys. Rev. Lett.*, 74, 4763.
- Lloyd, S. (1999). Universe as Quantum Computer. 17 Dec.
- Lloyd, S. (2006). Programming the Universe. A Quantum Computer Scientist Takes On the Cosmos. Alfred A. Knopf.
- McCabe, G. (2005). Universe creation on a computer. *Stud.Hist.Philos.Mod.Phys.*36:591-625.
- Nikoli, H. (2008, Access Date). Quantum mechanics: Myths and facts.
- Piccinini, G. (2007). Computational modelling vs computational explanation: Is everything a Turing machine and does it matter to a philosophy of mind? *The Australasian Journal of Philosophy*, 85(1), 93–115.
- Power, A. (2010). The online public or cybercitizen. *SCRIPTed – A Journal of Law, Technology & Society*, 7(1). Retrieved from <http://www2.law.ed.ac.uk/ahrc/script-ed/>
- Pratchett, T., Stewart, I., & Cohen, J. (1999). *The Science of Discworld*. EBURY PRESS/Random House, London.
- Raspanti, M. (2000). *The Virtual Universe*. Authorhouse.
- Rhodes, R. (2001, Access Date). A Cybernetic Interpretation of Quantum Mechanics.
- Sandström, C. G. (2010). A revised perspective on Disruptive Innovation – Exploring Value, Networks and Business models. Chalmers University of Technology Göteborg, Sweden.
- Schmidhuber, J. (1997). A Computer Scientist's View of Life, the Universe and Everything. In C. Freksa (Ed.), *Foundations of Computer Science: Potential-Theory-Cognition Lecture Notes in Computer Science* (pp. 201–208). Springer.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Smolin, L. (2001). *Three Roads to Quantum Gravity*. New York: Basic Books.
- Smolin, L. (2006). *The Trouble with Physics*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Svozil, K. (2005). Computational Universes. *Chaos, Solitons & Fractals*, 25(4), 845–859.
- Tegmark, M. (1997, Access Date). The interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words.

Tegmark, M. (2007). The Mathematical Universe. In R. Chiao (Ed.), *Visions of Discovery: Shedding New Light on Physics and Cosmology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Tegmark, M., & Wheeler, J. A. (2001). 100 Years of the Quantum. *Scientific American*, (Feb), p68-75.

Vacca, J. (2005). *The World's 20 Greatest Unsolved Problems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Whitworth, B., & Ahmad, A. (2013). *The Social Design of Technical Systems: Building technologies for communities*. The Interaction Design Foundation.

Wigner, E. (1960). The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. In *Communications in Pure and Applied Mathematics*, vol. 13, No. I. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*. Wolfram Media.

Zuse, K. (1969). *Calculating Space*. Cambridge Mass.: MIT.



Figura 1.1: O Ancião dos Dias calcula o Universo.

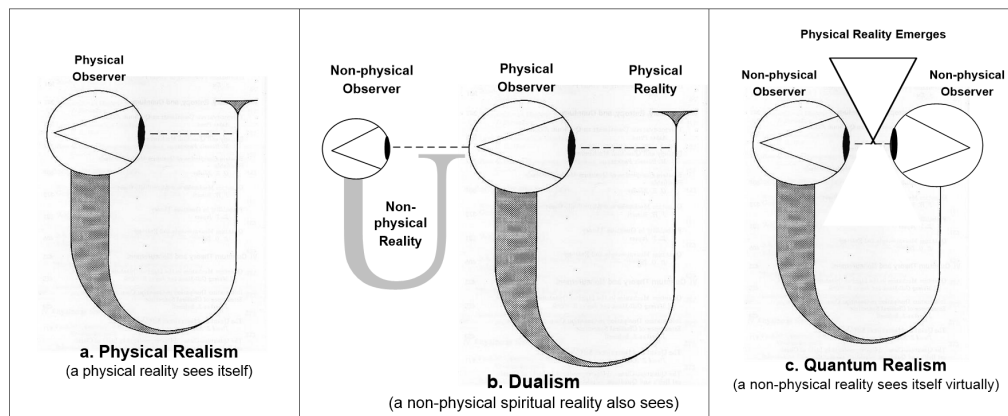


Figura 1.2: Comparando as opções de realidade.

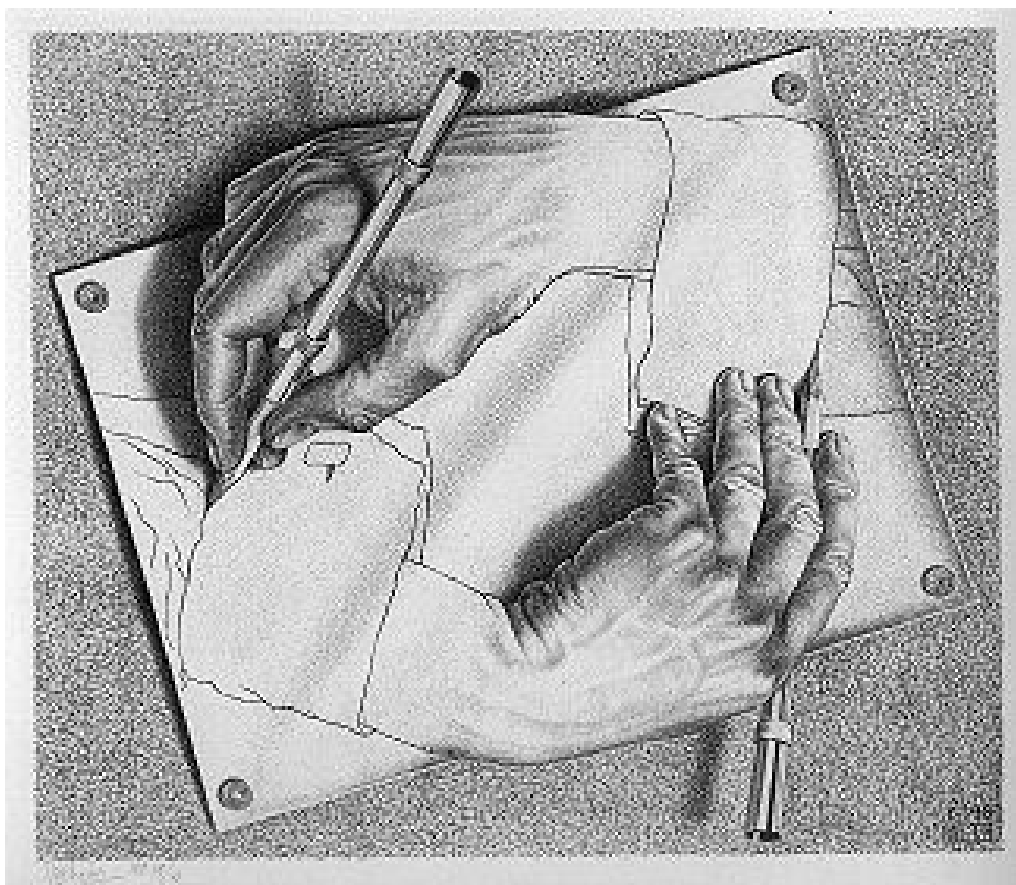


Figura 1.3: Um mundo físico não permite isso.

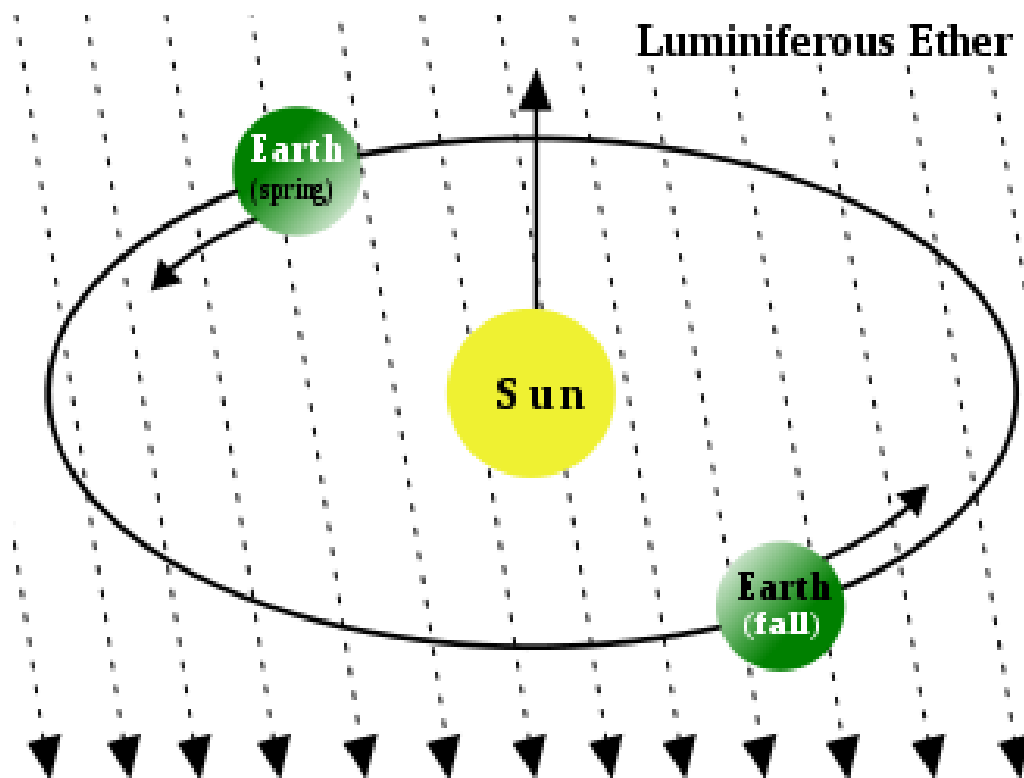


Figura 1.4: Um éter físico.

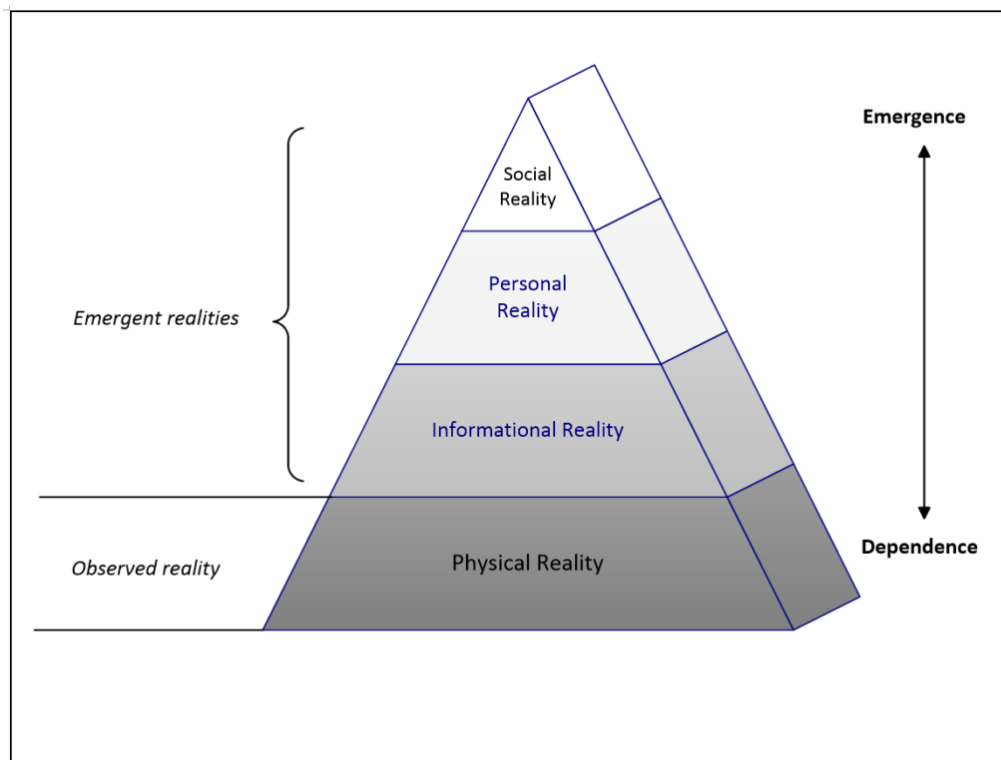


Figura 1.5: Uma pirâmide da realidade baseada na realidade física.

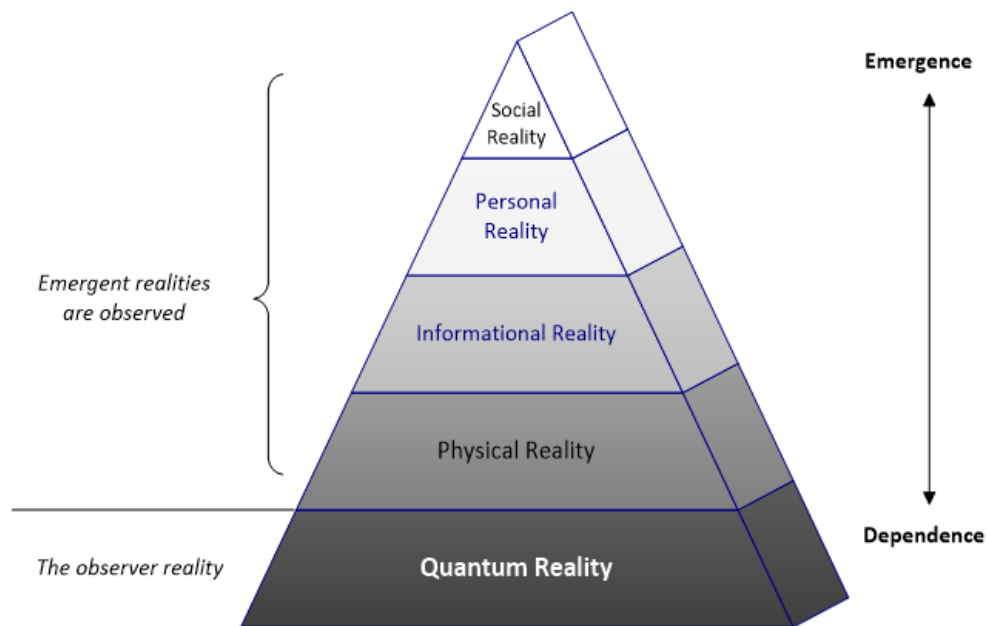


Figura 1.6: Uma pirâmide da realidade baseada na realidade quântica.

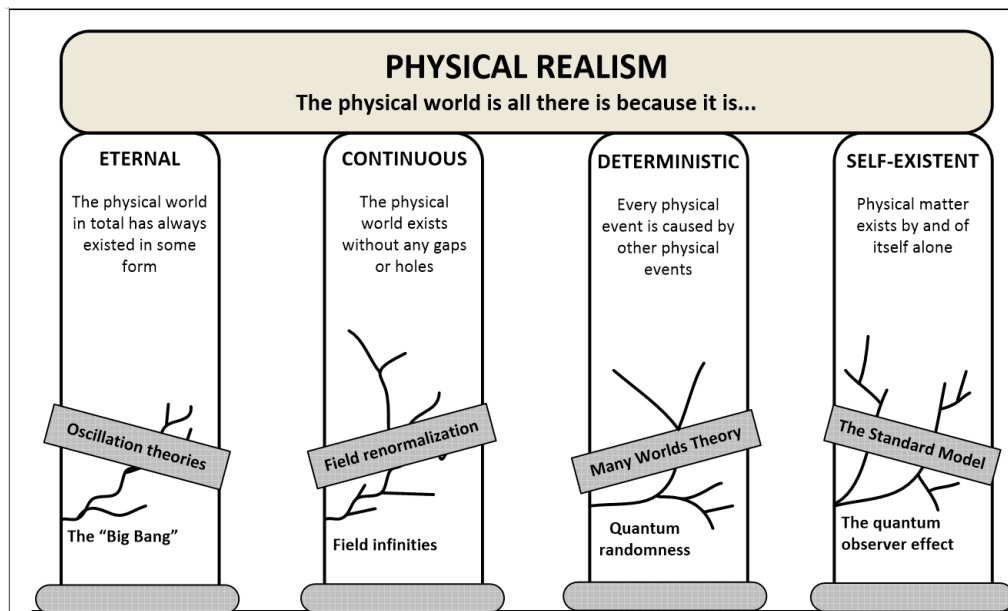


Figura 1.7: Os quatro pilares do Realismo Físico.



2. Simulando Espaço e Tempo

2.1 Theorems

This is an example of theorems.

2.1.1 Several equations

This is a theorem consisting of several equations.

Theorem 2.1.1 — Name of the theorem. In $E = \mathbb{R}^n$ all norms are equivalent. It has the properties:

$$||\mathbf{x}|| - ||\mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x} - \mathbf{y}|| \quad (2.1)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (2.2)$$

2.1.2 Single Line

This is a theorem consisting of just one line.

Theorem 2.1.2 A set $\mathcal{D}(G)$ is dense in $L^2(G)$, $|\cdot|_0$.

2.2 Definitions

This is an example of a definition. A definition could be mathematical or it could define a concept.

Definition 2.2.1 — Definition name. Given a vector space E , a norm on E is an application, denoted $||\cdot||$, E in $\mathbb{R}^+ = [0, +\infty[$ such that:

$$||\mathbf{x}|| = 0 \Rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (2.3)$$

$$||\lambda \mathbf{x}|| = |\lambda| \cdot ||\mathbf{x}|| \quad (2.4)$$

$$||\mathbf{x} + \mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x}|| + ||\mathbf{y}|| \quad (2.5)$$

2.3 Notations

Notation 2.1. Given an open subset G of $\mathbb{R}^n$, the set of functions φ are:

1. Bounded support G ;
2. Infinitely differentiable;

a vector space is denoted by $\mathcal{D}(G)$.

2.4 Remarks

This is an example of a remark.



The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

2.5 Corollaries

This is an example of a corollary.

Corollary 2.5.1 — Corollary name. The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

2.6 Propositions

This is an example of propositions.

2.6.1 Several equations

Proposition 2.6.1 — Proposition name. It has the properties:

$$||\mathbf{x}|| - ||\mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x} - \mathbf{y}|| \quad (2.6)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (2.7)$$

2.6.2 Single Line

Proposition 2.6.2 Let $f, g \in L^2(G)$; if $\forall \varphi \in \mathcal{D}(G)$, $(f, \varphi)_0 = (g, \varphi)_0$ then $f = g$.

2.7 Examples

This is an example of examples.

2.7.1 Equation and Text

■ **Example 2.1** Let $G = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x| < 3\}$ and denoted by: $x^0 = (1, 1)$; consider the function:

$$f(x) = \begin{cases} e^{|x|} & \text{si } |x - x^0| \leq 1/2 \\ 0 & \text{si } |x - x^0| > 1/2 \end{cases} \quad (2.8)$$

The function f has bounded support, we can take $A = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x - x^0| \leq 1/2 + \varepsilon\}$ for all $\varepsilon \in]0; 5/2 - \sqrt{2}[$. ■

2.7.2 Paragraph of Text

■ **Example 2.2 — Example name.** Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris. ■

2.8 Exercises

This is an example of an exercise.

Exercise 2.1 This is a good place to ask a question to test learning progress or further cement ideas into students' minds. ■

2.9 Problems

Problem 2.1 What is the average airspeed velocity of an unladen swallow?

2.10 Vocabulary

Define a word to improve a students' vocabulary.

Vocabulary 2.1 — Word. Definition of word.



3. A Luz da Existência

- 3.1 Avaliando o Realismo Quântico
- 3.2 Uma Nova Teoria
- 3.3 Tabela Resumo
- 3.4 Questões
- 3.5 Referências



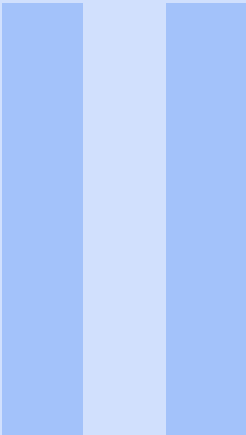
4. A Anomalia na Matéria

- 4.1 Avaliando o Realismo Quântico
- 4.2 Uma Nova Teoria
- 4.3 Tabela Resumo
- 4.4 Questões
- 4.5 Referências



5. O Campo Quântico

- 5.1 Avaliando o Realismo Quântico
- 5.2 Uma Nova Teoria
- 5.3 Tabela Resumo
- 5.4 Questões
- 5.5 Referências



Parte II - O Observador da Realidade

6	O Mistério da Consciência	55
6.1	Table	
6.2	Figure	
7	Encarando a Realidade	57
	Anexo I	59
	Perguntas Frequentes	61
	Glossário	63
	Agradecimentos	65
	Referências	67
	Livros	
	Artigos	
	Links	
	Índice Remissivo	69



6. O Mistério da Consciência

6.1 Table

Treatments	Response 1	Response 2
Treatment 1	0.0003262	0.562
Treatment 2	0.0015681	0.910
Treatment 3	0.0009271	0.296

Tabela 6.1: Table caption

6.2 Figure

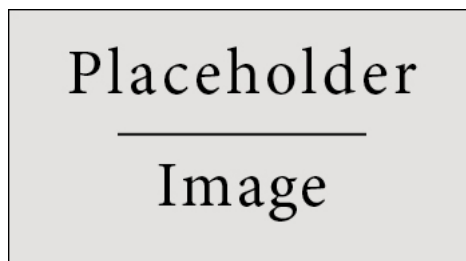


Figura 6.1: Figure caption



7. Encarando a Realidade



Anexo I



Perguntas Frequentes



Glossário



Agradecimientos



Referências

Books

Articles

Links



Índice

A

A Ciência e o Realismo Quântico	27
A Engenharia Reversa da Realidade Física	28
A Evidência Física	18
A Ilusão da Onisciência	32
A Inicialização (<i>boot-up</i>)	23
A Navalha de Occam	29
A realidade é falsa?	25
As Opções da Realidade	15
As Suposições do Realismo Físico	30
Avaliando o Realismo Quântico	27, 47, 49, 51

C

Corollaries	44
-------------------	----

D

Definitions	43
Dualismo	14

E

Examples	44
Equation and Text	44

Paragraph of Text	45
Exercises	45

F

Figure	55
--------------	----

I

Idealismo x Fisicalismo	14
Implicações	21

N

Notations	44
-----------------	----

O

O Fim da Ciência?	17
O Processador	22
O que é a Realidade?	13
Os Sinais do Virtualismo	18

P

Problems	45
----------------	----

Processamento nulo	24
Propositions	44
Several Equations	44
Single Line	44

Q

Questões	35, 47, 49, 51
----------------	----------------

R

Realismo Quântico	17
Referências	35, 47, 49, 51
Remarks	44

T

Tabela Resumo	34, 47, 49, 51
Table	55
Theorems	43
Several Equations	43
Single Line	43

U

Um Caso <i>Prima Facie</i>	21
Um Mundo Estranho	11
Uma Ciência Oca	12
Uma Física Estranha	11
Uma Mudança de Paradigma	31
Uma Nova Teoria	29, 47, 49, 51
Uma taxa de atualização de tela	25

V

Virtualismo	14
Vocabulary	45