

## ANÁLISE DA ENTREVISTA COM MARCELO GLEISER

Por [Hindenburg Melão Jr.](#)

Assisti a uma entrevista com Marcelo Gleiser no programa Canal Livre, da Band. Não conhecia este programa, é muito raro eu assistir TV. Neste caso vi no YouTube. Achei bem interessante. Já havia ouvido falar de Gleiser desde a época que ele ganhou seu primeiro prêmio Jabuti, em 1998, no gênero “Ensaio”, e depois ganhou mais um em 2002, no gênero “Ciências Exatas”. Lembro-me também de que ele apresentou uma série sobre Astronomia no Fantástico, mas não cheguei a assistir.

Nessa entrevista ele trata de alguns temas de meu interesse, por isso decidi fazer uma análise.

Os entrevistadores estão de parabéns pela excelente qualidade das perguntas e por promoverem entrevistas sobre temas científicos, filosóficos e culturais. O Marcelo está de parabéns por seu precioso trabalho de divulgação científica nas últimas décadas, que resultou em seus merecidos prêmios.

Seguem o vídeo e meus comentários:

<https://www.youtube.com/watch?v=tdWGfwSDb3A>

Aos 7:00 minutos, o entrevistado propõe a seguinte questão: “vamos supor que você tem uma laranja e quer saber o que existe dentro da laranja, mas não pode cortar a laranja. Como você faz para saber?”

Um dos entrevistadores respondeu “deveria fazer uma radiografia”. É meio vergonhoso eu não saber os nomes dos entrevistadores, mas felizmente o Google resolve estas coisas rapidamente. Nesse caso, porém, ele não estava aparecendo e não consegui identificar a voz de quem deu essa resposta.

Logo depois, Fernando Mitre respondeu “jogar uma pedra na laranja” e o Marcelo concordou “exatamente, ou então jogar a laranja na parede”. Mas a resposta de jogar a

---

laranja na parede ou jogar uma pedra na laranja são inadequadas, pois implicam dilacerar a laranja, e isso violaria uma condição imposta pelo enunciado (não pode cortar a laranja).

É difícil encontrar uma resposta que seja ao mesmo tempo apropriada para a pergunta e que preserve a validade da analogia que o Gleiser gostaria de estabelecer com as colisões entre partículas. Essa dificuldade se deve ao fato de que essa analogia com uma laranja não é apropriada, mas já que foi feita, então a resposta mais próxima da correta para a questão levantada foi: “deveria fazer uma radiografia”.

Creio que a radiografia não serviria muito bem, porque as estruturas internas da laranja são quase igualmente transparentes aos raios-X. Isso se resolveria utilizando um comprimento de onda diferente dos raios-x, para os quais houvesse diferentes níveis de transparência para sementes, endocarpo, mesocarpo, epicarpo.

Embora a radiografia não seja a melhor resposta possível, é mais apropriada do que promover algum tipo de colisão entre a laranja e outro objeto.

Para que se possa compreender porque a analogia com a laranja não é apropriada, vamos analisar os dois casos sob vários aspectos:

Quando se faz partículas colidirem, a finalidade não é estudar as próprias partículas usadas na colisão. Nos casos de colisões entre hádrons, uma das finalidades pode ser estudar os componentes destas partículas (quarks), mas na maioria dos casos não se estuda nem os componentes nem as próprias partículas. Geralmente a finalidade é estudar outras partículas geradas pela colisão, como híperons, mésons, bósons etc. Lembrando que estas partículas geradas pela colisão não são “fragmentos” das partículas que colidiram. São outras partículas que passaram a existir após a colisão.

Nesse caso, para que a analogia com a laranja fosse válida, precisaria de que fossem produzidas melancias, carros, isopor, em vez de polpa e sementes. Ou seja, ao jogar a laranja na parede, o resultado disso precisaria ser a produção de entidades diferentes daquelas que colidiram, em vez de partes internas daquelas que colidiram.

---

Mesmo nos casos de hádrons, após a colisão não se tem como observar os quarks isolados. O que se observa são as propriedades do impacto com base no espalhamento das partículas produzidas. Se os hádrons tivessem um campo com um único centro de carga, isso produziria determinado padrão de espalhamento após a colisão. No caso de os hádrons terem 3 centros de carga (os quarks), o padrão produzido é diferente. Desse modo, as propriedades dos quarks precisam ser inferidas com base nos padrões de espalhamentos, ou seja, seria como se as sementes e toda a estrutura da laranja não fossem lançadas para fora, mas as propriedades das sementes fossem deduzidas com base no movimento do que resultou após a colisão (após a colisão a laranja deixaria de ser laranja).

Conforme se pode notar, há muitas diferenças fundamentais que tornam a analogia muito destoante do fenômeno que ela pretende representar. Toda analogia é incompleta, mas precisa ser homóloga no processo ou na estrutura que se deseja exemplificar. Nesse caso não é, por isso não é apropriada.

As colisões entre partículas são realizadas para se investigar a massa, a carga, a meia vida e outras características das partículas geradas. Se a finalidade for estudar estas mesmas características de uma laranja, então o correto é colocar a laranja numa balança, usar um paquímetro para medi-la (ou imergi-la num líquido) etc. Se a finalidade fosse ter uma imagem da estrutura interna da laranja, então o equivalente à uma radiografia poderia ser apropriado. O ato de jogar a laranja na parede não contribui para obter as informações desejadas nem para ajudar os ouvintes a compreender o processo que ele gostaria de explicar.

Se perguntar “como fazer para saber a massa de uma laranja” a resposta mais adequada e óbvia pode ser: basta colocá-la numa balança.

Mas a mesma pergunta em relação a um méson tau não poderia receber a mesma resposta. Não há como medir a massa de um méson colocando-o numa balança. Para conhecer sua massa, torna-se necessário promover colisões entre partículas que gerem mésons tau, isto é, cuja energia cinética seja grande o suficiente para que um dos produtos da colisão possa ter massa de repouso pelo menos um pouco maior que a massa de repouso do méson tau. Depois basta analisar as trajetórias e tentar calcular suas massas.

---

Também seria possível estudar a estrutura interna da laranja de várias outras maneiras, tais como girando a laranja e analisando seu momento angular, medindo sua condutividade elétrica, sua condutividade térmica etc. Mas para obter informações equivalentes sobre as partículas, o caminho é bem mais complexo e difícil.

O fato é que há situações para as quais não há boas analogias, nem são necessárias analogias. Este é um caso no qual as tentativas de fazer analogias acabam não produzindo resultados satisfatórios, e fica pior do que se não tentasse fazer analogia nenhuma, pois a pessoa que conhece um pouco o assunto, percebe que a analogia é inaplicável, e para a pessoa que não conhece, acaba ficando com uma ideia incorreta e imaginando algo muito diferente do que acontece (para ser mais exato, do que o modelo propõe que acontece).

No caso das partículas, há várias limitações que impedem certas formas de investigação que seriam possíveis no caso da laranja, seriam mais simples, mais informativas e mais eficientes para a laranja (como a radiografia), mas não seriam aplicáveis às partículas. Por isso é que o estudo das partículas requer soluções muito mais engenhosas e elaboradas do que simplesmente pesar ou medir.

Um dos problemas é que não se consegue observar nada que tenha tamanho menor que o comprimento de onda da luz violeta, isto é, cerca de 380 nm. Creio que a unidade nm já seja bastante conhecida, mas se alguém ainda não sabe, representa a bilionésima parte do metro:

$$1 \text{ mm} = 1/1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 1/1.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 1/1.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ \AA} = 1/10.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ pm} = 1/1.000.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ fm} = 1/1.000.000.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ am} = 1/1.000.000.000.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ zm} = 1/1.000.000.000.000.000.000.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ ym} = 1/1.000.000.000.000.000.000.000.000 \text{ m}$$

---

Cerca de 400 nm é o limite dos microscópios ópticos. Um átomo tem cerca de 0,1 nm, portanto 4.000 vezes menor. Para estudar organelas de células e outras estruturas menores que 380 nm, pode-se utilizar radiação que tenha comprimento de onda menor que o da luz visível (nos microscópios eletrônicos), mas mesmo este método fica limitado à ordem de grandeza dos átomos e moléculas.

Para que se possa formar imagens de átomos e moléculas, utiliza-se microscópios de tunelamento, para detectar as variações de intensidade nos campos gerados pelas eletrosferas, e com base na topologia das regiões em que a carga elétrica se mostra constante, determina-se a forma dessa região. A resolução máxima que se consegue com isso é cerca de 1 Å transversal e 0,1 Å radial. Esse é o limite tecnológico atual. Um núcleo atômico é cerca de 10.000 vezes menor. Por isso não há como “observar” o núcleo dos átomos, no sentido de produzir alguma imagem dele.

Quando se passa do nível limite do microscópio óptico para os casos em que se começa a usar o microscópio eletrônico, perde-se as cores, mas ainda se consegue gerar imagens em tons de cinza e até seria possível colorir artificialmente, usando 3 comprimentos de onda diferentes dentro do intervalo da radiação utilizada, espaçados entre si de modo a manter mesma escala dos espaçamentos entre vermelho, verde e azul, e depois combinando as imagens como se o comprimento mais longo fosse o vermelho, o mais curto fosse azul e o intermediário fosse verde.

Esse procedimento permite gerar cores artificiais arbitrárias. Por exemplo: uma mitocôndria pode ser predominantemente azul para uma determinada escolha das regiões para posicionar os pontos RGB, ou predominantemente vermelha se escolher posições diferentes para estes pontos. Estas cores artificiais podem ser úteis para algumas finalidades, mas não informam as cores reais destas estruturas. Aliás, estas estruturas não possuem cores “reais”, tal como entendemos as “cores”.

Quando se passa do nível limite do microscópio eletrônico para os casos em que é necessário utilizar o microscópio de tunelamento, perde-se as interfaces definidas, mas “resolve-se” isso estabelecendo uma intensidade padrão que delimita as regiões do campo a serem interpretadas como “superfícies”. Mas assim como no nível anterior não se preserva o significado de “cores”, nesse caso também não se preserva o significado de

---

superfícies. As imagens mostram superfícies, mas aquelas superfícies não existem de fato. O que existe é um gradiente de um campo, e um certo nível de intensidade desse gradiente é escolhido para que o computador o represente como uma superfície.

Quando se ultrapassa o limite dos microscópios de tunelamento, não há como gerar imagens que tenham um significado razoável. Nos casos das imagens de átomos, por exemplo, já não são representações muito adequadas, pois não existem aquelas superfícies. Se fossem escolhidas intensidades diferentes para observar o mesmo campo, seriam produzidas imagens diferentes dos mesmos objetos.

Por isso quando se deseja estudar a estrutura interna dos átomos, não havendo meios de observar tal estrutura, surge a necessidade de criar métodos que possibilitem obter as informações desejadas com base na observação de efeitos indiretos. Para isso há muitas estratégias interessantes, como o experimento de Millikan, as câmaras de bolhas etc.

Nos casos das câmaras de bolhas, estas “bolhas” são geradas pelos rastros deixados pelas partículas ao atravessarem um fluido, que ao longo da trajetória vão interagindo com a substância que constitui o fluido, bem como as trajetórias dos subprodutos destas partículas. Assim, conhecendo as propriedades estatísticas do fluido e as propriedades das trajetórias, pode-se inferir as propriedades das partículas que produziram aquelas trajetórias, tais como massa, velocidade, carga etc.

Para produzir estas partículas que deixaram os rastros nas câmaras de bolhas é que se utiliza os aceleradores de partículas, para fazer feixes de partículas colidirem uns com os outros, e o espalhamento destas partículas impressiona os fluidos nas câmaras de bolhas.

As partículas são aceleradas de modo a explorar um dos fenômenos descritos pela Teoria da Relatividade, de que objetos a velocidades próximas à da luz aumentam de massa, assim a energia cinética destas partículas atinge valores muito maiores, de modo que, após a colisão, podem produzir entidades com massa de repouso muito maior do que as partículas que colidiram.

Espero ter proporcionado uma ideia mais fidedigna do que realmente acontece. Não vejo como fazer analogias muito apropriadas desse processo com fenômenos do cotidiano, já

---

que em escala humana a investigação se dá pela observação direta e não precisa de todos estes mecanismos. A representação do átomo como uma bolinha, ou como um sistema de bolinhas girando em torno de outras bolinhas, é esquemática. Os campos diminuem de intensidade conforme a distância do centro aumenta, portanto a forma esférica é apropriada. Porém as superfícies bem definidas não existem. Estes campos são gradientes.

Também é importante lembrar que estou abordando a questão exclusivamente considerando as propriedades destas entidades enquanto partículas, mas também se comportam como ondas.

Em 7:30 Gleiser comenta que “quanto maior a energia do impacto da laranja com a parede, mais se aprende sobre a laranja. A Física de Partículas faz exatamente a mesma coisa”.

Há muitos detalhes a esclarecer sobre esta declaração, mas vou focar nos três principais:

1. A maneira adequada para se investigar as propriedades de uma laranja é muito diferente. Jogar uma laranja numa parede quase não fornece informações relevantes sobre a laranja, em comparação aos métodos mais adequados (análises químicas, por exemplo). Além disso, a energia da colisão não é proporcional à quantidade de informação.

2. A Física de partículas não faz “exatamente” a mesma coisa. Nem sequer faz algo semelhante. O motivo pelo qual a Física de Partículas produz as colisões é porque a energia é conservada. As partículas mais facilmente acessíveis são prótons, nêutrons e elétrons, mas a massa de repouso destas partículas é pequena em comparação às mais massivas, de modo que para produzir as mais massivas torna-se necessário acelerar prótons a velocidades próximas à da luz, assim aumentam a energia cinética, e após a colisão essa energia pode ser convertida em massa e produzir partículas muito mais massivas. Isso não acontece quando se joga uma laranja na parede.

3. A energia cinética da laranja não é alta o suficiente para que sua massa de repouso aumente sensivelmente, não são produzidas entidades diferentes da laranja na colisão. Nas colisões entre partículas, as entidades que colidem deixam de existir e passam a existir entidades diferentes. Por exemplo: uma colisão entre prótons produz híperons lambda, híperons sigma, bósons de Higgs, etc. Mas uma colisão de uma laranja com uma parede

---

não faz surgir melancias, carros ou isopor. Esta é uma das diferenças fundamentais entre os dois casos e um dos muitos motivos pelos quais a analogia não atende aos padrões necessários para que possa desempenhar uma função didática tão boa quanto gostaríamos.

Aos 10:15 o entrevistado comenta que somos atravessados por cerca de 1 trilhão de neutrinos a cada segundo, e Fernando Mitre pergunta “Então isso é que fez aqueles cientistas dizerem que os neutrinos bateram a luz na velocidade?” O entrevistado prosseguiu na explicação sem esclarecer este ponto.

Bom, respondendo à pergunta do Mitre: o motivo pelo qual estes pesquisadores achavam que neutrinos haviam superado a velocidade da luz no vácuo não foi pela quantidade de neutrinos que atravessa nosso corpo a cada segundo, mas porque os experimentos realizados para medir sua velocidade indicaram isso. Obviamente a probabilidade de que as medidas estivessem erradas era altíssima, e de fato estavam.

O erro destes pesquisadores, conforme eles próprios assumiram pouco tempo depois, parece que teve relação com um cabo mal conectado, que produziu erros nas medidas. Eu quase poderia dizer que desconfio que os pesquisadores sabiam disso desde o início, mas anunciaram o erro mesmo assim para ganhar alguma projeção.

Aos 11:25, Antonio Teles pergunta se o neutrino não é uma parte do átomo, se é uma entidade diferenciada. Gleiser responde “exatamente”.

Na verdade, todo elétron possui um neutrino associado, e o elétron é um dos componentes dos átomos. Mas esse neutrino não é um componente do elétron, nem está junto com o elétron. O neutrino do elétron é gerado em interações nucleares fracas para manter balanceado o número quântico leptônico. Nos últimos anos também se tem verificado que os neutrinos do múon podem decair em neutrinos do elétron. Então a questão se o neutrino é uma parte do átomo é um pouco mais complexa.

Por exemplo: num sistema isolado no qual exista apenas um átomo, se um dos elétrons desse átomo interagir com um dos prótons (se um dos quarks up de um próton emitir um bóson  $W^+$  que interaja com o elétron), haverá emissão de fótons e um anti-neutrino.

---



De onde saiu este anti-neutrino se o sistema está isolado e o anti-neutrino não é parte do átomo?

Na verdade essa nem seria a pergunta mais dramática, mas sim “de onde saiu o bóson  $W^+$ , cuja massa de repouso é 98 vezes maior que a do próton?”

Pois bem, o bóson  $W^+$  é explicado pelo Princípio da Incerteza, desde que ele exista durante um intervalo muito curto. Quanto ao neutrino, assim como os fótons gerados no processo, ele passa a existir após a interação. Ele não estava no átomo antes, mas foi gerado por um dos componentes do átomo.

Uma analogia quase adequada seria indagar se há manteiga dentro da vaca. Não há, mas há leite, que se transforma em manteiga. Uma das diferenças é que para o leite se transformar em manteiga são necessários processos e condições que só podem ocorrer fora da vaca, ao passo que o átomo emite um anti-neutrino sem necessidade de processos ou condições externas às do átomo. Outra diferença mais importante é que o leite e a manteiga são substâncias complexas, que podem se apresentar numa grande variedade de estados, enquanto o neutrino do elétron e o elétron são partículas elementares, que só podem se apresentar com um conjunto muito específico de características, sem valores intermediários para as propriedades que os caracterizam. Não há vários tipos de elétrons e de neutrinos do elétron, não há vários níveis intermediários de entidades que representem os vários estágios da transformação, como acontece no caso do leite para manteiga, que se transforma gradualmente. Simplesmente um quark up se transforma num quark down + elétron + anti-neutrino do elétron.

Os átomos são constituídos por 3 tipos de partículas elementares (up, down, elétron) e os respectivos bósons mediadores (glúons e fótons) necessários para manter a coesão da estrutura. Os quarks up e down aparecem como parte dos hádrons que eles constituem, que são os prótons (uud) e nêutrons (udd), enquanto os elétrons são elementares, isto é, não são constituídos por outras partículas (conforme o modelo). O que mantém os quarks coesos formando os prótons e nêutrons são os glúons, e o que mantém os elétrons ligados ao núcleo são os fótons.

---

Desde os anos 1970 já foi sugerida a possibilidade de que os quarks e léptons (entre os quais o elétron) poderiam ser constituídos por partículas mais fundamentais, chamadas préons, mas não se tem, que eu saiba, evidências experimentais que possam corroborar a hipótese sobre a existência de préons.

A detecção de préons poderia se basear em métodos análogos aos utilizados para detectar quarks, isto é, com base nos padrões de espalhamento para o caso de haver mais de 3 centros de carga. Até o momento não se encontrou qualquer evidência sobre a existência de préons. Além disso, o modelo padrão não contempla a existência de préons, e se estes eventualmente fossem descobertos, seria necessário revisar o modelo.

Portanto a interpretação se o neutrino é parte do átomo não é tão simples. Por outro lado, considerando os limites de tempo para o programa, fica realmente muito difícil dar uma abordagem mais detalhada. Em linhas gerais, achei a resposta do Gleiser apropriada.

Logo depois, em 11:40, Teles pergunta se futuramente seria possível dividir o neutrino, assim como foi dividido o átomo, e quais catástrofes se poderia esperar disso. Para mim está claro que Antonio Teles se refere à bomba atômica, mas aparentemente Gleiser não interpretou desse modo e achou que a intenção da pergunta tivesse relação com divisibilidade da matéria em partículas cada vez “menores”.

Vou responder à pergunta do Teles e depois comentar a resposta do Gleiser:

O primeiro ponto a esclarecer é que, da maneira como Teles formulou a pergunta, transmite a impressão de que ele quer saber se, assim como a fissão do átomo possibilitou a criação da bomba atômica, se a divisão do neutrino poderia levar a algo mais destrutivo. Quando ele fala de “que catástrofes se poderia esperar disso”, para mim está claro que se refere bomba atômica.

Além disso, Teles aparentemente interpreta que a quantidade de energia liberada estaria relacionada ao “tamanho” da partícula a ser dividida (quanto menor, mais energia), e parece que ele considera que a emissão de energia se deve à divisão em si. Com base nestas duas premissas, e talvez por ele ter lido que os neutrinos são as “menores” partículas que

---

existem, concluiu que a divisão do neutrino poderia liberar uma quantidade muito maior de energia que a bomba atômica.

Pois bem, para responder adequadamente, primeiro será necessário fornecer algumas bases sobre o assunto e esclarecer os dois pontos supracitados:

Em relação ao neutrino, não é a “menor” partícula, e o conceito de “tamanho” nem sequer é aplicável adequadamente quando se fala de partículas elementares. Entre as partículas com massa de repouso maior que zero, talvez o neutrino do elétron seja a menos massiva. Porém em se tratando de produção de energia, quanto menor a massa, menor é a energia produzida.

São conhecidos 3 processos por meio dos quais se pode gerar energia a partir de alterações nos núcleos dos átomos: fissão nuclear, fusão nuclear e aniquilamento de matéria com antimatéria. Em qualquer destes processos, a quantidade de energia liberada não tem relação com a “ruptura”, mas sim com o balanceamento da soma das massas antes e depois. Quando digo “massa”, deve-se subentender  $eV/c^2$ .

Na fissão nuclear, a energia é gerada pela divisão de átomos pesados para formar outros mais leves, enquanto na fusão nuclear a energia é gerada pelo agrupamento de átomos mais leves para formar outros mais pesados. Se o ato de “dividir” (fissionar) fosse a causa da emissão de energia, então o ato de agrupar deveria produzir efeito contrário, isto é, deveria implicar absorção de energia.

O que ocorre é que tanto a fusão quanto a fissão podem emitir energia, e esta energia dependerá de quais são as entidades e os agentes envolvidos e como fica o balanceamento antes e depois do processo.

A bomba atômica é baseada em fissão nuclear, que consiste em dividir átomos mais complexos de modo a formar outros menos complexos, e a diferença entre as massas antes e depois da fissão é convertida em energia.

A bomba de hidrogênio é baseada na fusão nuclear, que é o mesmo processo por meio do qual as estrelas geram energia, e consiste em fundir núcleos mais simples para formar

---

outros mais complexos. A diferença entre as massas antes e depois da fusão também é convertida em energia.

Uma bomba atômica explode espontaneamente se a massa exceder determinado limite, mas a bomba de hidrogênio precisa de uma temperatura de milhões de graus Kelvin para ser acionada, por isso a bomba de hidrogênio requer uma bomba atômica auxiliar que é utilizada para detoná-la.

Não existe bomba de antimatéria, mas o processo envolveria colocar matéria em contato com antimatéria, e a quantidade total da soma das massas seria convertida em energia.

No caso da bomba atômica, a “detonação” se dá por meio da incidência de nêutrons lentos sobre isótopos  $^{235}\text{U}$  de urânio, de modo a produzir urânio-236, que decai em átomos mais leves e emite mais nêutrons, porém estes nêutrons são rápidos e, por isso, com baixa probabilidade de produzir novos decaimentos, porque os isótopos  $^{235}\text{U}$  possuem número par de prótons e ímpar de nêutrons, logo não possuem energia de pareamento a ser liberada (como no caso do  $^{238}\text{U}$ , que absorvem nêutrons rápidos porque nesse processo liberam cerca de 0,57 MeV de energia de pareamento).

Por isso, para que a reação em cadeia continue, os nêutrons rápidos precisam ser “moderados” por alguma substância (água pesada,  $\text{CO}_2$ , grafite etc.) que reduza sua velocidade a um patamar que os deixe suficientemente lentos para que tenham alta probabilidade de serem absorvidos por núcleos de  $^{235}\text{U}$ .

Ao se tornarem suficientemente lentos, atingem outros  $^{235}\text{U}$  e os transformam em  $^{236}\text{U}$ , que por sua vez geram mais nêutrons, iniciando uma reação em cadeia cuja velocidade da produção de nêutrons cresce em progressão geométrica, e isso faz com que muito rapidamente boa parte da matéria seja convertida em energia, conforme a famosa equação de Einstein  $E=mc^2$ .

A quantidade de energia liberada é diretamente proporcional à quantidade de massa convertida em energia, isto é, a diferença na massa de repouso entre os isótopos + partículas antes e depois da fissão.

---

No caso da bomba atômica, os átomos de urânio-236 podem gerar vários pares de isótopos diferentes, a maioria dos quais com massa atômica entre 85 e 105 e entre 130 e 145. Por exemplo: criptônio (92) + bário (141) + 3 nêutrons + cerca de 200 MeV de energia.

O Kr-92 tem meia vida em torno de 1,8 segundos e o Ba-141 tem meia-vida 18 minutos. O Kr-92 decai em Rubídio-91 + 1 nêutron + 1 elétron; Os nêutrons gerados nestas duas etapas também vão excitar outros átomos de U-235, que se transformam em U-236, depois decaem e geram mais nêutrons e energia e assim sucessivamente.

A meia vida do U-235 é cerca de 700 milhões de anos e do U-236 é 23 milhões de anos. Por outro lado, cada grama de Urânio-235 tem cerca de 2,56 sextilhões de átomos, de modo que para 1 g de U-235 espera-se cerca de 100.000 decaimentos a cada segundo. Para que os decaimentos produzam uma reação em cadeia auto-sustentável é necessário que a massa total de U-235 ultrapasse certo limite, a chamada “massa crítica”, que depende da forma, da pureza do U-235, da temperatura, da existência de refletores de nêutrons em volta etc.

Numa fissão de U-236 em Kr-92 + Ba-141 + 3n, a massa de cada átomo é cerca de 220 GeV, e a energia gerada é 200 MeV, portanto cerca de 0,09% da massa é convertida em energia. Lembrando que este é apenas um dos decaimentos que ocorre nesse processo, e nos outros decaimentos a porcentagem de massa convertida em energia é diferente, bem como os produtos de alguns decaimentos também decaem, liberando mais energia. Por outro lado, como a meia-vida do U-236 é longa e esse processo depende do decaimento, parte dos átomos de U-236 não chega a decair, de modo que só uma pequena parte da massa é convertida em energia.

Com isso já podemos começar a responder à pergunta: para que a bomba fosse mais destrutiva, teria que liberar mais energia. Isso exigiria que a massa total de U-235 fosse maior, ou que a eficiência na conversão de massa em energia fosse maior.

No caso do neutrino do elétron, não se sabe ainda sua massa de repouso, mas sabe-se que a soma das massas dos três sabores de neutrinos totaliza cerca de 0,32 eV, portanto muito menor que os 220.000.000.000 eV que constituem a massa do U-235. Se 100% da

---

massa do neutrino fosse convertida em energia, produziria cerca de 1 bilionésimo da energia produzida pela fissão de um átomo de U-236.

Outro ponto a considerar é que os neutrinos são partículas que quase não reagem com a matéria, inclusive a detecção e o estudo dos neutrinos é muito difícil devido a essa propriedade. No caso da bomba atômica, o processo se baseia justamente na intensa interação entre as partículas, portanto o neutrino também não atende a este quesito.

Os neutrinos são muito velozes, geralmente se movem a mais de 99,99% da velocidade da luz, e não são conhecidos meios de aprisionar um neutrino estático para estudo, nem tampouco para usá-lo na construção de uma bomba. O melhor que se consegue é investigar suas propriedades com base nos vestígios que eles deixam ao longo de suas trajetórias, nos raríssimos casos em que interagem com algo ao longo dessa trajetória.

Portanto não se consegue juntar um punhado de neutrinos e colocar num recipiente, como se faz com U-235, P-239 e outros elementos que podem ser usados na construção de bombas. Por isso não há necessidade de se preocupar com os danos que poderiam decorrer da “divisão” do neutrino, nem com o uso de neutrinos para a construção de armas. Sem contar que, no modelo padrão, o neutrino é classificado como uma partícula elementar, isto é, não pode ser dividido. Por outro lado, foi observado que neutrinos mais massivos podem decair em neutrinos menos massivos e, embora isso não seja o mesmo que “dividir” o neutrino, implica geração de energia.

O que poderia produzir armas milhares de vezes mais destrutivas que as bombas atômicas seria a antimatéria. No entanto, a antimatéria não é algo que possa ser armazenado perto de matéria, porque elas rapidamente interagem e se aniquilam, convertendo 100% da massa da antimatéria e 100% da massa de matéria em energia. Como praticamente tudo que temos em volta é matéria, não haveria onde guardar quantidades relevantes de antimatéria para construir bombas.

Pelo que se conhece atualmente, não há meios de se utilizar neutrinos para produzir quantidades relevantes de energia, e muito menos para produzir armas. Não estou me referindo à insuficiência tecnológica, mas sim à incompatibilidade da ideia com o modelo

---

teórico vigente. Isto é, além de não haver tecnologia para isso, o modelo padrão indica que isso nem sequer seria possível.

Em relação aos comentários feitos pelo Gleiser, aos 13:30, Fabio Pannunzio fala sobre “nós chegamos num momento, com o bóson de Higgs, que explica o que faz um fóton ser aprisionado por um campo e ganhar massa”, e Gleiser assente positivamente com a cabeça.

Bom, o fóton é uma partícula com carga elétrica 0, portanto não pode ser aprisionado por um campo eletromagnético. O que se tem feito é manter fótons refletindo entre pares de espelhos.

Um fóton poderia ser aprisionado por um campo gravitacional, gerado por um buraco-negro, a uma distância 1,5 raios de Schwarzschild da singularidade, que é a distância na qual a velocidade circular se iguala à velocidade da luz no vácuo, de modo que o fóton seria mantido em órbita em torno do buraco-negro. Mas essa seria uma situação muito instável e esse sistema precisaria estar muito bem isolado, porque a mínima perturbação faria com que o fóton escapasse ou caísse no buraco-negro, pois o que permite que os planetas e outros objetos tenham órbitas elípticas razoavelmente estáveis a longo prazo é a possibilidade de variar a velocidade orbital, conforme a segunda lei de Kepler. Como a velocidade da luz não pode variar (sua órbita seria perfeitamente circular), não teria como adequar esse movimento à segunda Lei de Kepler, assim qualquer perturbação gravitacional desestabilizaria o sistema.

Portanto haveria três impedimentos para estudar fótons por este método de aprisionamento: o primeiro é que não se conhece meios de gerar miniburacos-negros. O segundo é que mesmo que fosse possível gerar miniburacos-negros em laboratório, eles evaporariam muito rapidamente pela radiação de Hawking. E o terceiro motivo é que mesmo que fosse possível produzir buracos-negros grandes, ao interagir com o fóton para examiná-lo, isso o perturbaria e desestabilizaria sua órbita, caindo sobre o buraco-negro ou escapando.

---

Quando me refiro à Segunda Lei de Kepler nas imediações de um buraco-negro, obviamente deve-se presumir uma versão da Lei de Kepler adaptada às deformações do espaço-tempo nas imediações do buraco-negro.

Outro ponto é sobre “fóton ganhar massa”. Qualquer objeto que se mova à velocidade da luz no vácuo e tenha massa de repouso maior que zero, terá energia cinética infinita. Portanto haveria uma inconsistência na Teoria da Relatividade se de algum modo fosse possível que um fóton tivesse ou pudesse ter massa de repouso maior que 0.

Em 14:00, Gleiser comenta que “quanto menor os pedacinhos de matéria, mais energia você precisa”. Embora a sentença não esteja muito clara, é suficiente para ser analisada. Ele não diz para que “precisa” de mais energia, mas pelos comentários subsequentes, sugere que precisa de mais energia para dividir estas partículas. Aparentemente a intenção foi dizer “quanto menor os pedacinhos de matéria, mais energia você precisa para dividi-la em partes menores”.

O que ocorre é que para separar partículas unidas por uma força mais intensa, há demanda por uma quantidade maior de energia, e geralmente partículas mais próximas entre si estão interagindo mais fortemente. Isso vale para a força gravitacional e a eletromagnética, que diminuem de intensidade com o quadrado da distância. Porém a força nuclear forte atua de maneira diferente e os quarks são atraídos mais intensamente quando estão mais afastados, e ficam relativamente “livres” quando estão próximos. É o que se chama liberdade assintótica ou confinamento, de modo que quanto mais próximos, menor é a força de atração entre eles, por isso os bósons mediadores da força nuclear forte receberam o nome de “glúons”, no sentido de uma cola elástica, que puxa com mais força se estiver mais esticado.

Mas isso não deve ser interpretado como “quanto menor, mais energia é necessária para dividir”. O que se verifica é que há correlação negativa entre distância entre partículas e energia necessária para separá-las. Um exemplo de correlação positiva: pessoas mais altas possuem pés maiores, mas nem sempre essa regra se aplica, e algumas pessoas muito altas podem ter pés desproporcionalmente pequenos, ou o contrário. Por isso para dividir uma partícula “menor” não se exige necessariamente mais energia do que para dividir uma partícula maior.

---



A finalidade dos aceleradores de partículas não é dividir partículas. O motivo pelo qual produzem energias tão altas quanto possível é que isso aumenta as probabilidades de que, ao promover colisões entre partículas, sejam geradas partículas com massa de repouso maior. E quanto maior a massa gerada, maior é a variedade de partículas que podem ser produzidas até atingir esse limite de massa.

A investigação da estrutura fundamental da matéria em escalas progressivamente menores não necessita de que as partículas sejam divididas. Tanto os elétrons quanto os núcleos dos átomos podem ser estudados com os átomos intactos. Os quarks, por exemplo, não podem ocorrer isolados (de acordo com o modelo), e a única maneira de estudá-los é confinados nos hádrons.

Em 14:55, Mitre comenta que “Toda essa evolução da Ciência, desde os tempos de Aristóteles, na verdade não nos respondeu 3 questões básicas: origem do Universo, origem da vida, o que nos faz pensar. Quer dizer, continuamos no mesmo lugar.”

Achei a resposta do Gleiser bastante apropriada, mas na verdade estas 3 questões receberam muitas respostas ao longo dos séculos, desde muito antes de Aristóteles. A diferença é que na época dos sumérios e egípcios, as respostas eram totalmente fantasiosas. Na época de Aristóteles, começaram a surgir as primeiras tentativas de responder a estas questões por meio da Lógica, e atualmente se usa a Lógica combinada à experimentação.

Portanto estas e muitas outras questões da época de Aristóteles, e de todas as épocas anteriores e posteriores a ele, receberam muitas respostas, e a qualidade das respostas geralmente evoluiu ao longo do tempo, sem jamais alcançar uma resposta exata ou perfeita (quando se trata de questões físicas), mas pode chegar a respostas perfeitas e exatas quando se trata da Matemática ou da Lógica.

Quanto mede a circunferência da Terra? Essa foi uma das questões respondidas na época de Aristóteles e antes dele. Platão, no século IV a.C., calculou a circunferência da Terra em 400.000 stadia[\*] (63.000 km). Algumas fontes consideram que ele teria feito o cálculo com base na diferença angular da posição de uma estrela de referência a partir de duas latitudes

---

diferentes, mas é possível que ele tenha feito o cálculo com base no tempo que levava para desaparecer no horizonte o topo do mastro de um navio, cuja altura fosse conhecida, e supondo a velocidade do navio constante.

Por volta de 250 a.C., Arquimedes melhorou esse cálculo para 300.000 stadia (47.000 km), pouco depois, por volta de 239 a.C., Eratóstenes utilizou um método mais engenhoso, com base no comprimento da sombra projetada por uma vareta em duas cidades diferentes, e encontrou, por imensa sorte, 252.000 stadia (39.740 km), que para os padrões da época foi incrivelmente próximo ao valor atualmente aceito (40.007,7749 km). Possidônio, por volta de 95 a.C., aprimorou levemente o método de Eratóstenes, mas piorou o resultado para cerca de 240.000 stadia e depois 180.000 stadia (28.400), que foi o resultado usado por Colombo para convencer Fernando e Isabel a financiarem seu empreendimento.

Por volta de 1020, Al-Biruni concebeu um método mais engenhoso e o resultado encontrado por foi excelente (39.830 km), mas foi parcialmente beneficiado pela sorte, já que suas medidas foram influenciadas pela refração atmosférica, mas ele não descontou este efeito. Foi somente em 1670 que Jean Picard encontrou 39.766 km, muito próximo ao “correto” e sem grande ajuda da sorte.

A acurácia tem melhorado ao longo dos anos, mas nunca se pode chegar a uma resposta exata. A evolução destas medidas exemplifica muito bem como se deu a evolução da tecnologia, do pensamento filosófico e científico. Nas questões conceituais e estruturais, a evolução é muito semelhante, e a resposta também pode degradar antes de subir mais alguns degraus.

Portanto não é que não haja respostas a estas questões. Há, e muitas. Nenhuma é perfeita, nem completa, nem exata, mas ao longo do tempo as respostas vão se tornando mais sofisticadas, mais completas, mais detalhadas, mais imparciais, mais “corretas”.

Os egípcios e sumérios provavelmente não tinham a pretensão de que suas respostas fossem boas representações da realidade. Eram respostas descompromissadas, como quem faz poesia. A poesia não precisa refletir a verdade para ser valiosa e ser apreciada. Os mitos da criação e outros eram assim.

---

Com Tales, Anaximandro, Pitágoras e outros que iniciaram uma das maiores revoluções no pensamento e na busca pelo conhecimento, desde a origem da humanidade, as respostas passaram a ter um caráter mais filosófico, no sentido de que havia preocupação com que suas respostas tivessem pelo menos consistência interna, e além disso também pudessem ser boas representações da realidade, porém não se preocupavam em testar de forma sistemática e rigorosa, para conferir se suas hipóteses eram adequadas. Aristóteles, Arquimedes, Eratóstenes, Hiparco, Possidônio, Ptolomeu foram alguns dos mais notáveis descendentes dessa linha de pensamento.

Com Galileu e Bacon, principalmente, e alguns séculos antes deles com Buridano, Al-Hazen e outros, foi que começaram a compreender melhor que, além do uso da Lógica, seria necessário realizar experimentos para verificar se os modelos eram boas representações da Natureza. Com isso foi dado o passo decisivo para a formulação do moderno método científico e teve início a distinção entre Ciência e Filosofia. Tanto a Ciência quanto a Filosofia criam modelos para tentar representar fenômenos naturais, ambas usam a Lógica para estruturar os modelos de maneira consistente, porém a Ciência faz testes sistemáticos para conferir se seus modelos realmente funcionam, mas a Filosofia não. É basicamente isso que diferencia o conhecimento científico contemporâneo do conhecimento filosófico dos tempos de Aristóteles.

Embora tenham ocorrido avanços importantes no pensamento científico desde Galileu, a maneira de se investigar a Natureza em busca do conhecimento continua sendo essencialmente a mesma nos últimos 400 anos. Popper e Lakatos contribuíram com alguns detalhes sobre como o método deve ser aplicado e sobre como distinguir Ciência de não-ciência, mas, em linhas gerais, a maneira como se faz Ciência hoje é quase a mesma de como se fazia nos tempos de Galileu, e pode ser resumida como neste organograma: <http://saturnov.info/index.php/conhecimento>

É engraçado que na Física a compreensão da importância do método científico ocorreu no século XVII, mas nos investimentos isso não aconteceu até hoje! A maneira como se investe hoje é tão primitiva quanto a maneira como se pensava estar fazendo Ciência na Antiga Grécia e na Idade Média. Tanto analistas técnicos quanto fundamentalistas operam utilizando processos medievais de raciocínio, métodos medievais para avaliação e seleção de onde investir, quando e quanto investir.

---

Não é à toa que James Simons leva uma vantagem descomunal sobre todos os gestores humanos, pois enquanto Soros e Buffett continuam analisando o Mercado por métodos medievais, Simons é um dos poucos no mundo que utiliza métodos contemporâneos e muito superiores.

Não estou desmerecendo Soros e Buffett, assim como não desmereceria Aristóteles ou Platão. Os 4 são/foram notáveis, porém os 4 estão obsoletos no uso de métodos filosóficos na Era da Ciência. Tentar investigar os fatos com base em palpites e avaliações subjetivas pode até funcionar, mas não há sombra de dúvidas de que funciona num nível muito abaixo do que se pode obter pela aplicação do método científico.

Também é evidente que um cientista mediano não tem como obter melhores resultados que um filósofo notável, por isso a esmagadora maioria que tenta aplicar o método científico não consegue bons resultados, enquanto Soros e Buffett se saem bem com seu método filosófico, embora não tão bem quanto Simons com o método científico.

Quando falo do “método científico”, não estou me referindo ao uso de robôs. O uso de robôs é apenas uma consequência. Aliás, existem multidões usando robôs simplesmente porque é moda, achando que isso pode lhes proporcionar alguma vantagem competitiva, quando na verdade o diferencial não está no uso de robôs, mas sim no uso do método científico, que exige o uso de robôs como ferramentas auxiliares, mas o poder do método está em basicamente seis palavras: observação, análise, compreensão, invenção, modelagem e testagem, que se repetem em vários ciclos e conduzem a um aprimoramento progressivo e interminável.

O uso de robôs é porque não há como processar o volume de dados necessários sem eles. Mas saber quais dados devem ser processados e como devem ser processados não depende dos robôs, e é exatamente neste ponto que reside a importância do método.

Embora não tenhamos respostas definitivas a estas 3 perguntas, o nível de compreensão atual é muitíssimo superior ao da época de Aristóteles, e nos últimos 2 séculos, pela primeira vez na história, essas questões têm sido abordadas de forma não especulativa.

---

Nos 5.000 anos anteriores, existiam palpites sobre estes assuntos. Antes de Aristóteles havia mitos criacionistas. Na época de Aristóteles havia especulações filosóficas. Demócrito e Leucipo sugeriram a ideia de átomos, mas não realizaram nenhum experimento para verificar se essa ideia era uma boa representação da Natureza. Anaximandro sugeriu que os seres vivos evoluíam ao longo do tempo, mas não fundamentou sua tese na observação sistemática de fatos. Tudo se resumia a conjecturas.

No século XIX, Darwin e Wallace deram uma abordagem científica à origem e evolução da vida, e no século XX Hubble, Einstein, Lemaître, De Sitter, Friedmann, Gamow, Guth e outros deram uma abordagem científica à origem e evolução do Universo. Nos séculos XX e XXI, os avanços na Ciência Cognitiva combinados aos avanços em Inteligência Artificial tem contribuído extraordinariamente para uma melhor compreensão sobre como a mente funciona.

Portanto houve avanços extraordinários e estamos muito à frente da época de Aristóteles nestes 3 campos de pesquisa. E Gleiser respondeu bem dizendo que “a gente progrediu imensamente nestas 3 questões”, mas quando o Mitre replicou “mas continuam sem resposta”, Gleiser disse “mas isso é bom!”

Na verdade é mau.

E Gleiser completa “as pessoas acham que quando você responde tudo, você está melhor. Eu acho que não. Eu acho fundamental que existam certas perguntas que não tenham resposta ou que sejam muito difíceis de serem respondidas”.

São duas questões diferentes. Uma delas é responder a 3 perguntas específicas (ou 100 ou a 1 bilhão de perguntas específicas), cujas respostas contribuam para melhorar a qualidade de vida das pessoas, ou, de forma indireta, representem mais um passo no sentido de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Outra coisa é responder tudo.

Portanto o “argumento” que ele utiliza não está bem construído, ao incluir uma proposição (B) diferente daquela que estava em pauta (A). Então ele valida o argumento com base em “B” e presume que a validação seria igualmente aplicável se trocasse a proposição “B” pela “A”.

---

Sobre ser bom responder a tudo e de forma completa, isso é discutível. Mas sobre responder às 3 questões citadas pelo Mitre, é bom e necessário.

Há dois problemas na visão de Gleiser sobre este assunto:

1. O primeiro é que estas 3 questões foram respondidas muitas vezes. As respostas não foram completas, nem definitivas, mas estão sendo aprimoradas constantemente.
2. O segundo é que não é bom que questões fiquem sem respostas. Precisam ser respondidas, ainda que sejam respostas incompletas e inexatas. Se as respostas forem operacionalmente úteis, isso já lhes confere um certo valor.

Além disso, conforme estas e outras questões vão sendo respondidas, vão surgindo novas questões mais difíceis e mais complexas. Se ficássemos sempre tentando responder às mesmas perguntas, o progresso seria muito mais lento, limitado e especializado em campos muito estreitos.

É estimulante que sempre existam perguntas em aberto, mas não é bom que sejam as mesmas perguntas. Sempre que uma pergunta é respondida adequadamente, a qualidade de vida da humanidade tende a melhorar, em média, embora essa melhora não seja linear, e algumas vezes ocorram retrocessos, mas quando se considera um horizonte de longo prazo e um universo de muitas questões, verifica-se que as respostas geram muito mais benefícios do que malefícios.

Uma sutileza que não pode ser negligenciada é que há um jogo semântico nas palavras escolhidas, e isso acaba dando margem a estas falácias. Quando se usa a expressão “perguntas respondidas”, pode-se não perceber que se está falando de “problemas resolvidos”. Deixar de responder a uma pergunta pode ser discutível se é bom ou mau. Mas deixar de resolver um problema, seria mais difícil de sustentar que seja algo bom.

Nesse contexto se está falando justamente de problemas a serem resolvidos, que precisam ser resolvidos, e é bom que sejam resolvidos. A resolução conduzirá a novos conhecimentos e novas condições, que farão descobrir novos problemas mais difíceis e

---

mais estimulantes, e estes novos problemas, por sua vez, também precisarão ser resolvidos, e destas novas soluções surgirão outros problemas ainda mais difíceis e mais desafiadores, e assim sucessivamente.

Nossos ancestrais de 10.000 a.C. tinham expectativa de vida de 20 anos, em média, por isso não chegavam a ter câncer, não tinham tendinite, Alzheimer, catarata, nem várias outras doenças que surgiram como consequência de terem sido resolvidos os problemas que causavam a morte aos 20 anos, aos 25, aos 40, aos 60. Não é bom que exista câncer, mas esta doença passou a ser frequente como resultado de que a expectativa de vida aumentou. A alternativa de morrer aos 20 continua disponível a quem preferir. Antes não era uma alternativa, além disso a qualidade de vida nestes 20 anos era muito pior.

De modo geral, nossos ancestrais paleolíticos de 40.000 a.C. viviam pior que os neolíticos de 11.000 a.C., e estes viviam pior que os antigos sumérios de 3.000 a.C., e estes pior que os gregos de 300 a.C. Talvez na Idade Média a qualidade de vida na Europa não tenha melhorado em comparação ao padrão que se tinha na Grécia, mas a partir do Renascimento e nos séculos seguintes, a qualidade de vida do cidadão médio melhorou num ritmo acelerado. Isso se reflete no aumento na expectativa de vida, avanços na Medicina, nas Leis, nas condições de saneamento, redução na mortalidade infantil e no analfabetismo, cura e tratamentos eficientes contra várias doenças etc.

Esses avanços têm sido possíveis porque mais e mais perguntas têm sido respondidas ao longo dos anos. Ainda que as respostas não sejam completas nem totalmente corretas, é melhor ter respostas parciais razoáveis do que nada. A penicilina, por exemplo, as diversas vacinas, técnicas de transplantes, os processos de purificação da água, pasteurização de alimentos, meios de transporte mais seguros e rápidos, são apenas alguns itens de uma lista interminável.

Demorar muito tempo para que se tenha resposta a perguntas antigas é ruim, como nos casos da cura para o câncer e a AIDS. O melhor é responder a estas perguntas, para que se possa começar a tratar de outras questões, como a imortalidade, transplante de consciência, ressuscitação, reconstrução de corpos inteiros etc. E depois que estas também tiverem sido respondidas, quem sabe quais serão as próximas?

---

Aos 17:15 o entrevistado diz que “o modelo padrão explica tudo que a gente conhece hoje, com a tecnologia de hoje”.

Na verdade, o modelo padrão é (entre outros modelos existentes) o que oferece uma representação mais simples, mais completa e mais acurada para o que se conhece. Mas não explica tudo que se conhece. Recentemente se verificou que a produção de mésons tau é muito mais abundante do que estava prevista pelo modelo padrão. Gell-Mann pensava que bárions seriam formados por 3 quarks.

O modelo precisou ser ajustado para incluir casos de bárions constituídos por outros números ímpares de quarks, que não eram explicados pelo modelo. Estes bárions com mais de 3 quarks exigem uma reformulação nos fundamentos da Cromodinâmica Quântica, pois cada hádron precisa (de acordo com o modelo) ter cor total neutra, e isso se dá pela soma das 3 cores primárias. Mas como fazer isso com 5 ou 7 cores, se apenas 3 são primárias?

Além disso, o modelo padrão não explica a gravidade, não explica a assimetria na abundância entre matéria e antimatéria, os neutrinos não poderiam ter massa de repouso e não poderiam decair. Há muita coisa que o modelo padrão não explica.

O modelo padrão tem sido remendado e continua a ser remendado, conforme se verifica disparidades entre as previsões baseadas no modelo e os fatos medidos experimentalmente. A matéria escura, por exemplo, se ela de fato existir, também não está prevista pelo modelo nem é explicada pelo modelo.

Isso sem contar as numerosas partículas não previstas pelo modelo que são interpretadas como “ruído” cada vez que são observadas, e as informações sobre a existência destas partículas são convenientemente descartadas para salvar o modelo. Provavelmente depois que for proposto um modelo melhor, será necessário revisar grande parte dos dados brutos que foram descartados como se fosse “ruído”.

Isso não significa que o modelo padrão não seja muito útil e preditivo. Significa apenas que é muito incompleto, muito mais incompleto do que habitualmente se admite.

---



Aos 18:00, Antonio Teles perguntou “como é que surgiu a hipótese do Higgs?” Gleiser comentou que tem relação com a Física da Matéria Condensada, explicou que a Física da Matéria Condensada estuda os transístores, chips de silicone.

Está certo. Mas seria como se perguntasse “o que existe no planeta Terra?” E a resposta fosse “existe fandangos e milho”. Não está errado, realmente existem estas coisas, mas existe muito mais que isso, e estes itens são irrelevantes em comparação a outros que existem na Terra e que proporcionam uma ideia melhor do que há na Terra, como oceanos, continentes, atmosfera, seres vivos etc.

A Física da matéria condensada refere-se a um grupo de estados da matéria e trata de quase tudo que não seja gás ou plasma. Trata de líquidos, sólidos cristalinos, sólidos amorfos (como o vidro), superfluidos, coloides, condensado de Bose-Einstein e outros.

Aos 18:45, Gleiser começa a explicar o que é quebra de simetria. Mostra um copo com água, comenta que “a água é perfeitamente simétrica” e diz que “se colocar no congelador e ela vai virar gelo, e ao baixar a temperatura, a simetria é quebrada”.

Uma das especialidades do Marcelo é justamente Física de Partículas, e tem um artigo sobre quebras dinâmicas de simetria e o Mecanismo de Higgs. Portanto ele domina muito bem o assunto, no entanto a água no copo não é simétrica. Ela é bastante homogênea. Não é perfeitamente homogênea, porque as camadas inferiores estão um pouco mais comprimidas que as superiores, a parte que ele encosta o dedo e a mão no copo está a uma temperatura um pouco maior, a ação gravitacional que ele exerce sobre a água, produz um efeito de maré, as outras pessoas e objetos massivos, o Sol, a Lua etc. também estão exercendo efeito de maré, além de muitos outros efeitos. Portanto não é perfeitamente homogênea.

Em relação à quebra de simetria, que requer uma explicação para salvar o modelo, e o mecanismo de Higgs foi concebido para promover esse salvamento e tenta explicar, consiste basicamente na unificação eletrofraca proposta por Weinberg, nos anos 1970, em que a níveis de energia acima de 100 GeV, as interações nuclear fraca (mediada pelos bósons W e Z) e eletromagnética (mediada pelos fótons) operam como uma mesma força. Porém no modelo padrão anterior a Weinberg, os bósons  $W_{\pm}$  e  $Z^0$  deveriam ter massa de

---

repouso 0, mas as massas medidas experimentalmente são da ordem de 90 e 100 vezes a massa do próton.

Para explicar a origem dessa massa, foram propostas várias teorias, entre as quais o mecanismo de Higgs, a Technicolor, condensado de quarks Top e outras.

As partículas observadas no LHC, embora tenham sido preliminarmente interpretadas como bósons de Higgs, na verdade podem ser partículas previstas por outras teorias, que também presumem a existência de entidades iguais às observadas no LHC, dentro do espectro de variação das características que foram medidas. Apesar da incerteza sobre a partícula observada ser o bóson de Higgs, acho que foi justo que tenham concedido o Nobel a Peter Higgs, que está idoso e poderia morrer a qualquer momento sem receber sua merecida distinção.

Em relação ao exemplo apresentado pelo Marcelo, de colocar água no congelador, seria interessante enfatizar que a quebra de simetria na qual ocorre a unificação eletrofraca, ocorre a altas temperaturas, não a baixas temperaturas. Ele certamente está ciente disso, mas na analogia com a água teria que sugerir o arrefecimento para provocar a assimetria. Achei a analogia bastante razoável. Geralmente é difícil fazer boas analogias entre fenômenos quânticos e fenômenos cotidianos.

Aos 19:40 minutos, Gleiser comenta que “essa quebra de simetria depende de como as moléculas de água se agregam para formar o gelo. Essa agregação dessas moléculas é muito parecida com o tal do bóson de Higgs”.

A parte seguinte da explicação que ele faz ficou quase adequada, mas esse trecho não representa o que o modelo supõe que acontece. Na verdade, não chega a ser possível criticar esse trecho porque praticamente não há relação com o fenômeno com o qual ele faz a comparação. A única crítica é que é diferente e a descrição não é aplicável.

Vou tentar explicar: existem 4 forças fundamentais conhecidas: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. No início dos anos 1990, chegaram a publicar alguns artigos sobre uma suposta 5ª força, a bariônica, e pouco depois uma sexta força, mas não foram bem aceitas e atualmente não se fala nisso. Contudo eu me recordo de que

---

era muito interessante, porque explicava as disparidades na determinação no valor da constante  $G$ , utilizando esferas de diferentes materiais, pois as diferenças nos valores medidos eram muito maiores que as incertezas, e uma 5ª força poderia oferecer uma explicação adequada ao problema.

Enfim, não sei qual o motivo pelo qual a quinta força foi “abandonada”, mas atualmente se considera que existem 4 forças fundamentais. Cada força produz um campo e cada força possui um ou mais bósons responsáveis pela mediação da respectiva força. Os bósons responsáveis pela força nuclear forte são os glúons. Os responsáveis pela gravitacional, se existirem, os nomes seriam grávitons. Especula-se que a níveis de energia arbitrariamente elevados, todas as forças seriam unificadas. Verificou-se empiricamente que a energias acima de 100 GeV as forças eletromagnética e nuclear fraca são unificadas.

A unificação eletrofraca implica que partículas sem massa de repouso (fótons) sejam responsáveis pela mesma interação mediada pelos bósons  $W$  e  $Z$ , que possuem massa. O mecanismo de Higgs é uma das tentativas para explicar essa quebra de simetria. Esse mecanismo presume a existência de um campo (campo de Higgs) que permeia todo o espaço, e a todo campo há um bóson associado (bóson de Higgs).

Nesse mecanismo, o bóson de Higgs desempenha a função de conferir massa às partículas no processo de quebra de simetria eletrofraca.

Aos 20:00, Marcelo explica o efeito do bóson de Higgs comparando “uma pérola colocada num copo com água e outro com mel”.

Com isso ele descreve o efeito modificando as propriedades da substância na qual o objeto se move, mas o que muda não é a substância na qual o objeto está imerso. A substância (campo de Higgs) é a mesma para todos os objetos. O que muda é o efeito que essa mesma substância tem sobre os diferentes objetos, conforme as propriedades destes objetos.

A analogia mais didática que vi sobre o bóson de Higgs é de um salão com vários estudantes de Física. De repente chega um ganhador de Nobel de Física e tenta atravessar esse salão. Ele fará uma travessia lenta, porque vários estudantes vão interagir com ele, fazer perguntas, tirar fotos, pedir autógrafa, mostrar artigos etc. Depois chega um físico famoso,

---

mas não tanto quanto um Nobel. Ao atravessar a mesma sala, com os mesmos estudantes presentes, ele enfrenta menos dificuldade que o primeiro e o faz mais rapidamente, porque os estudantes atribuem a ele menos “peso”. Depois uma pessoa desconhecida tenta atravessar a sala e atravessa com facilidade. Quanto maior o “peso” da pessoa, mais dificuldade ela terá para atravessar a sala. Os alunos presentes na sala são como os bósons de Higgs, que dificultam o movimento de algumas pessoas mais do que de outras, conforme o “peso” de cada uma.

Claro que não é uma analogia perfeita, mas foi a que me pareceu mais didática entre as que vi até agora.

Aos 20:30, Marcelo diz que o “Higgs é uma espécie de viscosidade do espaço”. Teles perguntou se isso não é visível. Ele disse que não. Teles perguntou se é uma suposição, uma hipótese. E o Marcelo diz “ERA uma hipótese”.

Em relação a ser uma hipótese, na verdade é mais forte que uma hipótese, porque se está acumulando corroborações experimentais cada vez mais convincentes, mas também não é um fato, e o Marcelo tomou o cuidado de não dizer isso. Disse apenas que deixou de ser uma hipótese.

É preciso considerar que as características observadas são compatíveis com as previstas, e se o cálculo da incerteza estiver correto, em 2013 alcançaram um nível 5 sigma, isto é, 99,99997% de probabilidade de que a entidade detectada seja a mesma que estava prevista.

Mas na verdade não é assim. Quando se faz exames de DNA, por exemplo, e se diz que há 99,9999% de certeza de que determinada pessoa é pai de determinada criança, está grosseiramente incorreto. A probabilidade de ter ocorrido troca de frascos com a secreção coletada é muito maior que 0,0001%, seja esta troca por engano ou intencional. A probabilidade de que uma pessoa tenha irmão gêmeo é 0,3%, portanto muito maior que 0,0001% e nesse caso haveria pelo menos 0,3% de probabilidade de que o pai fosse o irmão. Entre outros fatores. A confiabilidade real máxima que um exame de DNA pode ter talvez seja cerca de 99%.

---

Em Astronomia, vi casos absurdos em que o diâmetro de um planeta era apresentado com incerteza menor que 2%, mas a incerteza na paralaxe da estrela em torno da qual orbitava o tal planeta era de 60%, e a incerteza no raio depende da incerteza na paralaxe, portanto a incerteza era muito maior que 2%.

No caso do bóson de Higgs, se levar em consideração outras teorias que oferecem explicações equivalentes, bem como teorias que ainda não foram propostas, mas que provavelmente oferecerão explicações mais completas, a probabilidade correta deve ser perto de 5%, em vez de 99,99997%.

Uma teoria é mais forte que uma hipótese, porém não chega a ser um fato. Uma teoria oferece um modelo temporariamente adequado para representar algumas propriedades de determinados fenômenos dentro de certos níveis de variabilidade.

Portanto o mecanismo de Higgs é uma teoria que tenta explicar determinado fenômeno. O bóson de Higgs é uma entidade que faz parte dessa teoria. Há outras teorias que tentam explicar o mesmo fenômeno. Os experimentos no LHC, no Tevatron e outros apresentaram resultados compatíveis com as expectativas que se deveria ter no caso de estas teorias serem boas representações para os fenômenos que se deseja explicar.

Aos 25:00, Teles pergunta se a Religião ainda exerce influência sobre a Ciência como na época de Newton e Kepler.

Eu gostaria de comentar um pouco sobre isso. Os dogmas religiosos deixaram de interferir na Ciência, porém novos dogmas criados pela própria Ciência passaram a desempenhar esse papel. Quando um cientista inicia uma pesquisa e começa a encontrar resultados muito diferentes dos previstos pelo modelo vigente, em vez de se aprofundar e tentar explicar a disparidade observada, muitas vezes (na maioria das vezes) ele tenta forçar resultados que confirmem o modelo.

Outras vezes o cientista já inicia uma investigação com a finalidade de corroborar uma tese, independentemente de essa tese ser “verdadeira” (uma boa representação para a realidade sensiente), e ao longo desta investigação ele seleciona resultados convenientes que convergem para o que ele gostaria de encontrar. Embora isso seja um procedimento

---

anticientífico, é uma prática alarmantemente frequente entre pesquisadores que se dizem “cientistas”.

A Ciência, assim como a Religião, é feita por pessoas, e as pessoas estão inclinadas a cometer os mesmos erros e apresentar os mesmos vícios. Na verdade não era a Religião que prejudicava os avanços científicos, mas sim os religiosos. Agora são os próprios cientistas que prejudicam os avanços da Ciência. A mentalidade conservadora, saudosista e patriarcal é que produz os efeitos nocivos não apenas na Ciência, mas na Cultura, na Economia, na Educação, na Política, e as pessoas com estas mentalidades não estão apenas no meio religioso e científico, mas em toda parte.

Talvez haja predominância de pessoas com tal mentalidade nas religiões, já que pessoas mais inclinadas ao dogmatismo são mais propensas a seguir carreira religiosa, enquanto as pessoas mais inclinadas ao livre pensamento são mais inclinadas a preferir carreiras científicas, então ocorre uma self-selection que produz perfis predominantes diferentes em cada área de atuação, mas estes perfis predominantes são os picos de incidência, em torno dos quais se tem uma distribuição de perfis nos quais a variável vai gradualmente aumentando ou diminuindo. Ou seja, se houvesse uma escala que quantificasse os níveis de dogmatismo entre 0 e 10, com média 5 e desvio-padrão 1, sendo 10 para a pessoa muito dogmática, 5 para a pessoa com dogmatismo mediano, 0 para a pessoa quase sem dogmatismo, então talvez a média de dogmatismo observado entre religiosos fosse 6,5 e entre os cientistas fosse 3,5, portanto, em média, os cientistas são menos dogmáticos, mas alguns cientistas teriam dogmatismo 4, 5, 7 ou mais, outros tantos teriam menos que a média. O mesmo ocorre no grupo dos religiosos, em que alguns teriam dogmatismo acima da média, outros abaixo, inclusive alguns podem ser menos dogmáticos que a média dos cientistas.

Portanto nenhuma atividade está a salvo de pessoas com mentalidade antiprogressista, anti-cultural, tecnofóbica etc., e quando estas pessoas ocupam posições nas quais adquirem certa autoridade e poder, isso se torna extremamente perigoso não apenas para a liberdade de pensamento científico, filosófico e jornalístico, mas também para a segurança, estabilidade e equidade em todos os setores. Foi o que aconteceu na época da Inquisição.

---

Aos 26:50, Fábio Pannunzio pergunta se Einstein poderia ser lido como um ateu. Gleiser responde que ele era ateu.

Acho difícil responder a essa pergunta, inclusive porque no meu caso fui católico, kardecista, ateu, agnóstico, bahá'í e deísta, então em diferentes fases tive diferentes posturas em relação à existência de um Deus. Além disso, Einstein se referia a Deus e à “mente de Deus” com frequência, o que não faria muito sentido se ele não acreditasse na existência de Deus. A maneira como ele conceituava Deus era baseada em Spinoza, portanto muito diferente do modelo antropomórfico do Deus cristão, islâmico ou judaico.

Tudo indica que Einstein acreditava em um Deus, mas um Deus com propriedades diferentes daquelas propagadas pela maioria das grandes religiões.

Aos 32:20 o entrevistado fala sobre a regularidade do céu, que funcionava como um relógio, permitindo a medida uniforme do tempo, o desenvolvimento da Agricultura etc., e depois comenta que “os céus não são só regulares. Também ocorrem coisas estranhas. Você tem cometas, você tem eclipses totais do Sol.”

Quando ele diz “estranhas” ele usa esse termo em posição a “periódico” ou “cíclico”, pois estava inicialmente citando a regularidade nos períodos dos objetos celestes, especialmente Sol e Lua. Nesse contexto, os cometas com órbitas hiperbólicas realmente exemplificam o que ele gostaria de expressar, mas os eclipses não.

Pelo menos desde o século III a.C. que Berossus conhece o ciclo de Saros, no qual os eclipses se repetem a cada 54 anos (3 Saros), portanto os eclipses ficariam no grupo dos fenômenos previsíveis. São sem dúvida “estranhos” e impactantes, provavelmente os eclipses totais do Sol estão entre os fenômenos celestes mais desconcertantes, mas no contexto ele se referia a eventos periódicos e não-periódicos. Entre os não-periódicos seria mais apropriado incluir supernovas, bólidos, colisões de grandes objetos com a Lua (alguns são visíveis).

Aparentemente nessa resposta, e em algumas outras, durante a resposta ele se esqueceu do que havia dito pouco antes e deu continuidade com algo incompatível com o que havia acabado de dizer, não por falta de conhecimento ou entendimento, mas é normal que isso

---

ocorra quando se aprofunda nos detalhes e não se recapitula o que estava sendo dito antes de iniciar a digressão.

Aos 34:00, Gleiser fala sobre os ciclos máxima atividade magnética do Sol e comenta as consequências de uma protuberância solar na direção da Terra. Em 2009 tratei dessa questão nesse artigo <http://www.saturnov.com/artigos/86-investimentos-e-tempestades-magneticas> e como isso pode causar problemas nos investimentos.

Aos 34:50, Gleiser diz que o “o Sol é uma estrela profundamente inquieta, com grandes ebulições, ejeções gigantescas de matéria (...) e as vezes se chocam com a Terra e é daí que vem os tais fenômenos da aurora, que nas latitudes altas e baixas no hemisfério Norte e Sul a gente vê isso”

O Sol é uma estrela relativamente “tranquila” e estável. Sua luminosidade varia menos de 1% em intervalos de poucos anos. Para efeito de comparação, das 20 estrelas com maior brilho aparente no céu terrestre, 10 delas apresentam variações periódicas na luminosidade maior que 5% e duas delas (Antares e Betelgeuse) apresentam variações periódicas de 150%.

Portanto talvez não seja muito apropriado afirmar que o Sol é uma estrela profundamente inquieta. É uma estrela típica de sua classe e mais serena que a média.

Em relação às auroras boreais e austrais, são produzidas todos os anos e não precisam de grandes tempestades magnéticas para que sejam visíveis. Basta o fluxo habitual de vento solar, que interage com a ionosfera nas altas latitudes.

Quando o Marcelo falou de altas latitudes e baixas latitudes, provavelmente pensou em “baixas” para o Sul, porém as auroras ocorrem em altas latitudes nos dois hemisférios. Em alguns casos, podem ser tão intensas a ponto de serem visíveis a latitudes menos altas, mas o fenômeno é produzido em altas latitudes.

Aos 35:20, Teles pergunta se o material ejetado pelo Sol nas erupções são inofensivas. Marcelo responde que “são inofensivas, mas podem ser ofensivas, depende da intensidade”.

---



Na verdade, depende mais da direção do que da intensidade. Depende também da quantidade de material expelido e da velocidade. Quanto maior a velocidade, menor é a dispersão da massa ao longo da trajetória e acaba chegando com maior concentração. Além disso, quanto maior a velocidade, menos tempo se dispõe para tomar alguma providência entre a detecção do evento e a chegada dos efeitos.

Mesmo quando a protuberância não aponta diretamente para a Terra, como ela cobre uma região muito ampla e vai se expandindo, pelo menos uma parte pode atingir a Terra.

Aos 36:50, Mitre pergunta a Gleiser “se ele admite a possibilidade da vida complexa e inteligente fora da Terra”. Gleiser não respondeu exatamente ao que ele perguntou, mas sim ao que ele provavelmente teve a intenção de perguntar.

A resposta à pergunta feita é bem simples: a vida fora da Terra foi confirmada desde 1957, com Yuri Gagarin. A vida em outro objeto celeste foi confirmada em 1969, com Armstrong, Aldrin e Collins. Porém a vida alienígena talvez só seja confirmada depois que os colonos de Marte tiverem seus primeiros filhos marcianos, entre 2035 e 2040.

Em relação à vida fora da Terra e descendente de organismos que se originaram fora da Terra, as mesmas respostas acima talvez sejam aplicáveis, já que um estudo interessante sobre o aumento na complexidade do DNA ao longo do tempo sugere que a vida terrestre começou fora da Terra, há cerca de 10 bilhões de anos.

Por fim, a vida inteligente fora da Terra e sem vínculo genético e histórico com a vida terrestre, talvez ainda demore um pouco para ser confirmada, mas é muitíssimo provável que exista, talvez inclusive em nossa galáxia.

Embora a probabilidade de haver civilizações tecnológicas além da nossa, em nossa galáxia, não seja alta, quando se considera o Universo inteiro a probabilidade é altíssima.

Também gostaria de comentar que Fernando Mitre fala de 3 níveis de vida: simples, complexa e complexa inteligente. Embora estas classificações possam ser arbitrárias e se possa criar tantas classes quantas se queira, há alguns níveis que acho importantes que

---

sejam considerados, especialmente para analisar esse caso. Além da vida inteligente, há também a vida inteligente e civilizada, e a civilizada e tecnologicamente desenvolvida.

Golfinhos e baleias são tão inteligentes quanto humanos, mas não possuem civilizações nem tecnologia. Alguns aborígenes se reúnem em grupos suficientemente numerosos e bem organizados a ponto de que podem ser considerados “civilizações”, possuem cultura que reúne elementos artísticos, inclusive música, dança, lendas, e possuem rudimentos de tecnologia para produção de utensílios domésticos, instrumentos para caça e pesca, mas o nível tecnológico em que se encontram é bastante primitivo, e talvez não seja adequado que sejam classificados como civilizações tecnológicas.

Creio que a escrita e a Matemática (pelo menos 4 operações básicas) sejam o critério para distinguir civilizações tecnológicas das não tecnológicas, pois o nível de sofisticação que se consegue com a Matemática é muito superior ao que se pode chegar sem ela. E sem a escrita não se pode preservar e transmitir o conhecimento tecnológico às gerações seguintes. Antes da Matemática, o máximo que os humanos conseguiram produzir em 1 milhão de anos foi o arado, lanças e recipientes. Depois da Matemática surgiram as pirâmides, navios, aquedutos, Medicina etc.

Também é preciso esclarecer que quando se fala em “vida inteligente” é muito vago. Um cachorro é inteligente, um hipopótamo também e um chimpanzé também, mas em níveis diferentes. Além disso, dentro de cada espécie se observa diferentes níveis de inteligência. Por isso seria mais preciso dizer “vida inteligente em nível humano”.

Aos 38:00 Gleiser começa a responder e diz que “não existe nenhum indício e nós não temos a menor ideia se existe outra inteligência no Universo”.

Em relação a fatos que poderiam ser interpretados como indícios de vida inteligente fora da Terra, em 1977, o famoso sinal “WOW!” do projeto SETI foi inicialmente interpretado como tentativa de comunicação de uma civilização alienígena. Porém de lá para cá nada semelhante foi observado na mesma região do céu, e muito provavelmente se trata de falha instrumental. O volume de dados analisados pelos colaboradores do SETI até agora é muitas ordens de grandeza maior do que era até aquela época, portanto a probabilidade de

---

que aquele sinal seja “genuíno” é muito menor que 0,001%, e há mais de 99,999% de probabilidade que se trate de um simples erro.

Em 2012 foram observadas raias de absorção na luz que se supõe que atravessou a atmosfera de um planeta no sistema IRAS 16293-2422 que muito provavelmente indica a presença de glicolaldeído, e não se conhece meios pelos quais o glicolaldeído possa ser produzido senão por organismos vivos complexos. Mas é uma evidência muito fraca.

Outro resultado recente tem relação com o estudo de cerca de 100.000 galáxias, entre as quais 50 apresentaram um nível anormalmente elevado de emissão em infravermelho, que foi interpretado por alguns como indício de civilizações capazes de explorar recursos energéticos da galáxia inteira. Mas há processos naturais que explicam o fenômeno, tais como as nebulosas nas quais estejam surgindo muitas estrelas jovens.

Muito recentemente, em setembro de 2015, foi observada pelo telescópio Kepler uma anomalia no brilho da estrela KIC 8462852 que alguns astrônomos interpretaram como indício de existência de um artefato alienígena orbitando a estrela. Escrevi um artigo sobre isso para detalhar melhor, sem perder a fluência desse texto.

Portanto há muitos indícios diretos e indiretos. Alguns dos diretos, citei logo acima, mas são todos muito frágeis. Os indiretos são mais fortes, mas também mais complexos. Em relação a não termos a menor ideia se existe outra inteligência no Universo, creio que esta declaração não seja correta, embora seja uma questão polêmica.

Um dos pontos a considerar é que as condições básicas para que a vida possa surgir e evoluir existem com muita frequência em toda parte, inclusive no Sistema Solar já se sabe que Marte reúne condições favoráveis à origem da vida e pode ser inclusive colonizado no futuro. Europa, Titã e Encélado são alguns dos corpos nos quais se considera que há muitas condições favoráveis ao surgimento da vida, embora talvez bem diferente da que conhecemos. Geralmente se considera que a água é um dos quesitos para a vida, e já se descobriu a presença de água em lugares muito improváveis, como Mercúrio, Lua e Plutão.

Outro ponto a considerar é que a partir do momento que vida surge, o processo de evolução deve ser quase inevitável, se o ambiente permitir. E há muitos lugares nos quais o ambiente

---

permite, a julgar pelos astros do Sistema Solar até agora examinados e alguns exoplanetas sobre os quais se conhece a temperatura, tamanho, aceleração gravitacional na superfície e em alguns casos se conhece parte da composição atmosférica.

Sabe-se que numa galáxia típica há entre alguns bilhões e alguns trilhões de estrelas, e existem mais planetas do que estrelas. No Universo observável há mais de 100 bilhões de galáxias, portanto o número de planetas no Universo observável é da ordem dos sextilhões. É possível que o Universo total seja pelo menos 200 vezes maior que o Universo observável, além da possibilidade de que seja infinito.

Portanto parece que as condições típicas para o surgimento da vida são triviais, e em cada sistema estelar geralmente há pelo menos cerca de 5 objetos (incluindo planetas, satélites, asteroides, cometas) que reúnem as condições básicas para a vida tal como a conhecemos, além de vários objetos que talvez possam abrigar outras formas de vida diferentes das que conhecemos.

Porém a inteligência no nível humano ou acima, acompanhada de mãos hábeis e uma estrutura anatômica adequada ao desenvolvimento de uma linguagem complexa, é uma combinação incomum. Entre 100.000.000 de espécies que já existiram em nosso planeta, sabe-se que golfinhos e baleias (que juntos totalizam cerca de 50 espécies) são inteligentes. Além disso, pela variedade de sons que produzem, supõem-se que possuem linguagens complexas. Na verdade, isso é um pouco mais que uma suposição, pois em 2011 alguns pesquisadores acreditam ter conseguido se comunicar com golfinhos, mas os experimentos foram demasiado rústicos e ainda não foram reproduzidos.

Portanto, ao longo da história de nosso planeta, surgiram cerca de 50 espécies entre 100.000.000, que conseguem se comunicar utilizando linguagem razoavelmente sofisticada e são razoavelmente inteligentes, mas não possuem mãos. Há outras que possuem mãos hábeis e inteligência, mas não a linguagem. E apenas 1 espécie que reúne as 3 características: os humanos. Não tenho certeza se os Cró-Magnon e Neandertais deveriam ser considerados espécies diferentes ou raças diferentes. Acho que podiam miscigenar e gerar descendentes férteis, portanto talvez seja mais adequado considerar que pertenciam à mesma espécie. E mesmo que fossem espécies diferentes, trata-se de um desvio tão

---

próximo que, para fins estatísticos, seria mais correto considerar como uma mesma espécie.

Além disso, o surgimento dos humanos pode ter sido bastante acidental, já que os dinossauros poderiam ter continuado seu caminho evolutivo sem abrir espaço para os mamíferos evoluírem até os humanos, e talvez a vida inteligente no nível humano não chegasse a surgir em nosso planeta. Ou até poderia atingir o nível humano de inteligência, como os golfinhos, mas sem mãos hábeis, fica difícil desenvolver tecnologias avançadas.

Então, se por um lado a vida deve ser algo trivial e abundante no Universo, por outro lado a inteligência não é um diferencial competitivo que emerge como um produto natural da Evolução. Além disso, a inteligência não é suficiente para conduzir ao desenvolvimento de civilizações e muito menos civilizações tecnológicas. Os golfinhos e baleias, por exemplo, não chegaram a desenvolver civilizações.

Outro ponto a considerar é que algumas tecnologias elementares são dominadas por organismos muito menos inteligentes, como joões-de-barro, aranhas, formigas, abelhas e cupins. Então é preciso formular um critério adequado para distinguir entre uma tecnologia avançada de outra primitiva. Um critério simples é a capacidade de aprender a produzir algo que não se sabia de forma inata, ou inventar. As formigas não conseguem aprender a fazer teias de aranha, nem colmeias. Elas só fazem formigueiros. E não inventam formigueiros cada vez melhores. Apenas repetem. Os humanos podem aprender uma variedade praticamente ilimitada, bem como podem criar novas tecnologias.

Então seria possível classificar as produções tecnológicas em 3 níveis: inata (dos animais), primitiva (dos humanos sem Matemática) e avançada (com Matemática).

Embora a inteligência não seja um diferencial competitivo de grande peso, tem pelo menos um pequeno peso, e essa pequena vantagem acaba se acentuando e se acumulando ao longo do tempo. Quando a inteligência combinada a mãos hábeis permite construir armas para se defender contra animais maiores, construir abrigos, planejar emboscadas para caça, armazenar comida, desenvolver Agricultura, domesticar outros animais, desenvolver uma linguagem elaborada e se organizar política e socialmente em comunidades numerosas que atuam sinergicamente com objetivos comuns, investigar o potencial

---

terapêutico de plantas, etc., o domínio desta espécie sobre as outras que não apresentem mesmas características se estabelece muito rapidamente.

Então mesmo que a inteligência no nível humano surja como fruto do acaso, e necessite de mais 2 elementos para prosperar (estrutura fonológica adequada para articular uma linguagem complexa e mãos hábeis), quando se atinge determinado nível de variedade de organismos, a probabilidade de que estes 3 componentes se reúnam não é tão baixa, e logo que se reúnem, tornam-se um importante diferencial competitivo na luta pela sobrevivência.

Digamos que a cada 100 planetas nos quais a vida tenha alcançado a complexidade que havia na Terra há 2 milhões, em 1 destes planetas tenham surgido organismos inteligentes, com mãos hábeis e capazes de falar, ou de se comunicar de forma complexa por algum outro meio que não seja a fala. Então num Universo com sextilhões de planetas é muitíssimo provável que em pelo menos alguns bilhões ou milhões destes planetas a vida tenha evoluído até um nível de inteligência similar ao humano e acima.

A linha de argumentação que conduz a esta conclusão não é tão simples quanto os indícios diretos básicos, mas é muito mais forte e deixa claro que é altíssima a probabilidade de existirem outros seres tão ou mais inteligentes do que nós.

Os parágrafos acima são indícios indiretos, probabilísticos, de que a vida inteligente deve existir em abundância. Por outro lado, a separação entre as galáxias é imensa. Mesmo a separação entre as estrelas é imensa. Por isso, embora a vida provavelmente seja muito abundante, inclusive a vida inteligente e a vida tecnologicamente desenvolvida, é muito improvável que uma civilização específica em nosso estágio atual chegue a se comunicar conosco.

Em nossa galáxia há cerca de 100 a 400 bilhões de estrelas, entre quais talvez haja apenas 1 ou 2 civilizações com nosso nível tecnológico. A distância média entre duas estrelas em nossa região é cerca de 3 anos-luz. A estrela mais próxima de nós fica a 4,24 anos-luz. Um ano-luz tem 9,46 trilhões de quilômetros. Portanto a estrela mais próxima fica a uma distância quase 10.000 vezes maior que a distância do planeta mais distante (Netuno). E a

---

galáxia mais próxima fica a 2.500.000 anos-luz, portanto quase 1 milhão de vezes mais distante que a estrela mais próxima.

A Voyager 2 levou 12 anos para chegar a Netuno, sendo que ela pôde aproveitar a gravidade do Sol para manter sua alta velocidade, mas à medida que ela se afasta do Sol, sua velocidade vai diminuindo, conforme a segunda “Lei” de Kepler. Se ela mantivesse a velocidade média de sua trajetória até Netuno, levaria mais de 100.000 anos para chegar à estrela mais próxima. Portanto seria necessário algum mecanismo que impulsionasse permanentemente uma nave, com cerca de 1 g, para que pudesse viajar a outras estrelas num intervalo razoável, e mesmo assim demoraria (para os viajantes) pelo menos algumas décadas ou séculos para chegar a cada uma das estrelas mais próximas. E alguns milênios para as mais distantes em nossa própria galáxia.

Estes fatores tornam improvável que façamos contato com alguma civilização inteligente em nosso atual estágio tecnológico. E as restrições físicas impostas pelo limite assintótico da velocidade da luz sugerem que mesmo que nossa tecnologia evolua muito, ainda assim não teremos como viajar a velocidades muito maiores. Há muitas hipóteses sobre mecanismos para viajar por meio de dobras no espaço-tempo, mas para produzir tais dobras são necessários campos gravitacionais muitíssimo intensos e provavelmente não haveria como aproveitar estas deformações sem ser deformado junto e dilacerado.

Enfim, existem muitos indícios de que é muito alta a probabilidade de existirem organismos complexos inteligentes em outros planetas, sem vínculo com a Terra. Mas é muito baixa a probabilidade de entrar em contato com estes seres num intervalo de poucos milênios.

Quanto à probabilidade de que eles venham nos visitar, também é baixa, porque, tentando avaliar sob o ponto de vista de um alienígena viajante, não há motivos razoáveis que, entre sextilhões de outros sistemas planetários, se justifique a escolha de nosso Sistema Solar como um bom ponto turístico ou que ofereça qualquer motivo para merecer uma visita.

Por volta de 40:00, Gleiser apresenta um argumento interessante sobre um provável motivo que poderia explicar, pelo menos em parte, a explosão cambriana. Eu não conhecia esse argumento e me pareceu muito plausível.

---

Aos 42:00, Gleiser diz que a grande extinção do Cretáceo teria sido “provocada por um asteroide com 10 km de diâmetro e acabou com 50% da vida na Terra”.

A expressão “50% da vida na Terra” é muito vaga e pode ser interpretada de muitas maneiras diferentes. Poderia ser 50% da massa da biosfera, ou 50% da população total de organismos, ou 50% das espécies, entre outras interpretações possíveis.

Para extinguir 50% das espécies, significa dizimar 100% da população de organismos de cada uma entre duas espécies, além de dizimar uma parte significativa da população da outra metade de espécies que mantiveram alguns sobreviventes. O que se supõe, com base na variedade de fósseis antes e depois do evento, é que foram extintas 75% das espécies e 25% das famílias.

Aos 42:20 ele prossegue dizendo que se essa colisão não tivesse acontecido, os mamíferos não teriam seguido o rumo evolutivo que seguiram.

Sob o ponto de vista da Teoria do Caos, realmente a afirmação é provavelmente correta. E se um inseto não tivesse batido suas asas num dado momento, também é possível que tudo tivesse seguido um rumo diferente.

Porém a extinção dos dinossauros, que se supõe que foi um dos motivos que abriu caminho para o desenvolvimento dos mamíferos, talvez tivesse acontecido mesmo que não houvesse essa colisão, já que na mesma época houve rápidas e acentuadas mudanças climáticas, a composição atmosférica foi alterada por frequente atividade vulcânica, entre outros fatores. A colisão conspirou para a extinção e acelerou esse processo, mas uma extinção em massa já estava em andamento mesmo antes da queda do meteorito.

Aos 43:00 Mitre pergunta “se a vida em outros planetas poderia ser muito diferente da que conhecemos aqui”, e Gleiser responde que “a gente acha que sim por causa da ficção científica, mas na prática existem razões muito boas pra vida ser como é aqui”.

Estou inclinado a concordar parcialmente com o Marcelo, mas é uma questão complexa. Em 2002 escrevi um artigo sobre organismos inteligentes alienígenas, e eu achava que a simetria bilateral, a posição protegida da cabeça, a presença de pelo menos 4 membros, e

---



não muito mais que 4 (para não desperdiçar recursos energéticos), a existência de olhos, ouvidos, nariz (ou guelras) e boca, talvez sonares e detectores de radiação, seriam elementos importantes para sobrevivência e evolução, que deveriam estar presentes numa entidade inteligente. No entanto, quando assisti a um documentário no qual Michio Kaku falou de seres feitos de energia, inicialmente achei uma bobagem desmedida, mas ao analisar com mais profundidade, a ideia se me foi afigurando como plausível e atualmente me parece totalmente viável, embora não possa ser explicada pela nossa Ciência atual.

Um dos grandes problemas é que geralmente se pensa em organismos inteligentes que tenham evoluído naturalmente, e estes realmente precisariam de carbono ou de alguma condição que possibilitasse um efeito “curinga” semelhante. Porém quando se pensa em organismos inteligentes artificiais, que tenham sido criados por seres orgânicos, e posteriormente estes possam interagir e se miscigenar com os orgânicos, a variedade possível se multiplica a um nível inimaginável.

Atualmente não há sequer como conjecturar sobre seres “feitos de energia” num contexto que possa fazer algum sentido, já que a energia não pode permanecer em repouso e formar estruturas. Mas isso pensando em nossas temperaturas habituais. Para temperaturas muito perto de 0 K, não se sabe bem o que pode acontecer. Como a radiação de fundo de 2,7 K preenche praticamente todo o espaço, não se conhece regiões naturais nas quais se possa ter temperaturas muito mais baixas, e isso dificulta encontrar amparo a esta hipótese “bizarra”, mas não a descartaria por completo. Talvez no futuro os descendentes dos humanos sejam entidades de energia.

Atualmente a única maneira que posso imaginar para se aproximar de algo assim seria reduzindo a temperatura, mas talvez haja meios muito melhores, ainda desconhecidos, que possibilitem construir objetos feitos de energia, que tenham estruturas semelhantes aos objetos feitos de matéria, porém muito mais versáteis. E ao transferir a consciência de uma entidade sensciente para uma entidade feita de energia, pode-se ter um organismo inteligente feito de energia. Em 2010, num artigo sobre a alma, comento sobre tal possibilidade.

Num nível menos ousado de pensamento, pode-se imaginar organismos parcialmente mecânicos e parcialmente orgânicos, ou totalmente mecânicos. Estes precisariam de

---

condições bem diferentes das nossas. Não creio que seres à base de silício possam se desenvolver naturalmente, sem que tenham sido construídos por seres à base de carbono, mas depois que os primeiros tiverem sido construídos, eles próprios podem construir as gerações seguintes.

A maior resistência de seres mecânicos a ambientes que seriam muito inóspitos aos seres orgânicos abre um vasto leque de possibilidades. Não precisam de atmosfera, nem de água, nem de nutrientes, podem viver à base de luz, podem se aprimorar com mais facilidade e muito mais rapidamente que os orgânicos, suportam variações de temperatura muito mais amplas etc. Robôs poderiam atualmente colonizar qualquer dos planetas ou satélites do Sistema Solar em pouco tempo, porém os humanos só poderiam colonizar Marte e talvez algumas poucas outras alternativas, e precisariam de um tempo consideravelmente longo para promover a terraformação do planeta a ser colonizado.

O conhecimento de novos estados da matéria sugere que ainda haja muito a ser descoberto nesse sentido, e talvez num futuro próximo robôs possam ser feitos de materiais que ainda não conhecemos hoje, e estes robôs podem procriar por diferentes processos. As formas de vida que podem surgir disso são inimagináveis, de modo que outros planetas que tenham atingido nosso estágio atual cerca de 1 bilhão de anos antes, podem agora estar habitados por seres inteligentes muitíssimo diferentes de nós, constituídos por substâncias que ainda não conhecemos.

A matéria escura, por exemplo, que ainda não sabemos o que é (nem se de fato existe), talvez seja organizável em estruturas tão ou mais complexas do que as estruturas que conhecemos, e podem existir organismos constituídos por matéria escura que estejam atravessando nossos corpos nesse momento, sem que saibamos disso.

Pode ser que a matéria escura não interaja com a matéria fermiônica e bosônica, mas interaja entre si (matéria escura com matéria escura) e pode haver uma variedade de matéria escura semelhante ou maior do que a variedade da matéria fermiônica e bosônica.

Podem existir seres de matéria escura muito diferentes de nós, podem existir equivalentes a férmions e bósons de matéria escura, átomos de matéria escura muito diferentes, alguns mais versáteis que o carbono, moléculas, células, seres vivos de matéria escura, portanto

---

a variedade de formas de vida pode ser muito mais ampla do que se imagina. Também é possível que eles possam nos “ver”, ou nos detectar, embora nós não os possamos ver. Seres vivos de matéria escura podem coabitar nosso planeta sem que saibamos, e talvez eles saibam de nós.

Embora isso possa parecer muito especulativo, na verdade não é e se fundamenta num fato muito simples: a vastidão e variedade do que não conhecemos é muitíssimo maior do que o pouco que pensamos conhecer. A pretensão de que tudo deveria ser conforme na pequena parte do Universo em nossas imediações, não conta com muito apoio nos fatos e cada vez mais temos tido surpresas.

Se matéria escura realmente existir, isso pode revolucionar dramaticamente todo nosso entendimento sobre o Universo. Pois significa que nossos sentidos deixam de perceber a maior parte do que existe em nossa volta. Seria como se fôssemos cegos. Não saberíamos que existem cores, que existem estrelas, que existem outros planetas. Toda nossa percepção da Natureza seria baseada apenas nos sentidos que possuímos, e sem a visão, seria como se todo o Universo fosse invisível. A matéria escura a é mais que invisível, pois ela também não interage eletromagneticamente, nem fracamente, nem fortemente. Ela só interage com a matéria fermiônica e bosônica por meio da gravidade. Mas isso não quer dizer que ela não interaja entre si de outras maneiras que sejam incompatíveis com as interações da matéria fermiônica e bosônica.

Poderia fazer algumas especulações sobre as partículas virtuais que surgem no vácuo quântico serem na verdade fruto de interação com matéria escura, que se transforma em matéria bosônica ou fermiônica, depois voltam a ser matéria escura. Todo o modelo padrão poderia ser reformulado de modo a explicar muitos fenômenos usando a matéria escura. Como a gravidade em escala quântica é muito tênue e não produz efeitos sensíveis para os instrumentos atuais, fica difícil saber se as partículas virtuais que aparentemente surgem do nada, não são na verdade partículas que já estavam lá (massa estava lá, porém só podia interagir gravitacionalmente, e a gravidade nesta escala não produz efeitos mensuráveis).

Aos 52:55, Teles faz uma pergunta muito importante: “nós contemplamos uma realidade ou não?”

---

A visão que a maioria dos filósofos e cientistas têm sobre essa questão é muito superficial.

Em 2002 escrevi um artigo sobre isso no grupo Platinum Society. Em 2011, em minha palestra sobre a importância da metodologia científica no processo de aquisição do conhecimento, esbocei brevemente os conceitos de realidade absoluta, realidade cognoscível, realidade inteligível, realidade sensciente, pseudo-realidade epistêmica e pseudo-realidade idiossincrática. É um tema extenso e talvez eu escreva mais sobre isso num próximo artigo. Aqui tentarei resumir minha visão sobre o assunto.

A realidade absoluta, se existir, é intangível. O melhor que podemos fazer é nos aproximar dela, com inferências feitas a partir de nossa pseudo-realidade idiossincrática, desde que a realidade absoluta seja muito semelhante à realidade sensciente, e desde que nossa pseudo-realidade idiossincrática seja muito semelhante à realidade inteligível.

Prefiro o termo “realidade sensciente” em lugar do habitual “realidade observável”, porque “observável” sugere que seja utilizada a visão para se obter a informação, ao passo que “sensciente” é mais abrangente, cobrindo outros sentidos e outros sensores.

Há efeitos que não impressionam nossos sentidos, como radiação. Não vemos, não cheiramos, não ouvimos, não degustamos, não tateamos radiação. Não temos um sensor de radiação porque ao longo de nossa história evolutiva não houve necessidade de um órgão para tal finalidade que pudesse nos proporcionar alguma vantagem competitiva.

Se houvesse fontes naturais que emitissem doses letais de radiação e precisássemos evitar nos aproximar destas fontes, os organismos que desenvolvessem sensores para detectar radiação teriam maiores probabilidades de sobrevivência, transmitiriam a característica aos filhotes, etc.

A pseudo-realidade idiossincrática de cada pessoa é construída com base na maneira como ela interpreta as informações que lhes chegam por meio de seus sentidos. De modo geral, duas pessoas diferentes terão percepções muito diferentes da realidade. É assim para a grande maioria, mas há um afunilamento à medida que o nível de compreensão da realidade se torna mais elevado e refinado.

---

No Xadrez, por exemplo, ao mostrar uma posição para 100 jogadores iniciantes e perguntar a eles qual lance cada um deles considera o melhor naquela posição, é possível as escolhas se distribuam entre todos os lances possíveis (talvez 30 a 40 alternativas), talvez com algumas predominâncias em alguns lances. Mas se a mesma posição for apresentada a 100 mestres, as votações se concentrarão em poucos bons lances, talvez 4 ou 5. Se a posição for mostrada a campeões mundiais e engines, é possível que a concentração aumente para 2 ou 3 alternativas.

Quanto mais elevado o nível de compreensão, maior é a concordância em situações nas quais haja um número pequeno de alternativas de interpretação igualmente boas ou aproximadamente igualmente boas.

Isso se observa igualmente em religiões, por exemplo. Há muitas religiões professando doutrinas muito diferentes, e muitas delas são conflitantes entre si. Essa diversidade de preferências se deve ao fato de que as escolhas não obedecem a critérios analíticos adequados. Na verdade, geralmente não há critérios analíticos, mas sim instinto, carência, afinidade e outros fatores emotivos que conduzem a estas escolhas, em vez de fatores racionais.

É bem diferente da Ciência, na qual geralmente há teorias muito bem estabelecidas, e todos os cientistas concordam que estas sejam teorias que devem ser tomadas como referência quando se deseja investigar os fenômenos que elas descrevem. Tanto cientistas da China quanto da Austrália, Canadá, Egito, Iraque ou Suíça concordam com o uso da mesma teoria para descrever o mesmo fenômeno, mas religiosos de diferentes regiões possuem crenças diferentes sobre como se deve interpretar e explicar determinados fenômenos.

A convergência de opiniões sobre determinado “fato” depende tanto dos alicerces sobre os quais se fundamenta a argumentação que determina a validade daquele fato quanto da capacidade das pessoas para compreender aquela argumentação. Por isso fatos muito bem corroborados, mas cuja corroboração depende de uma compreensão num nível muito elevado de discernimento, acabam contando com menos adeptos do que hipóteses sem qualquer embasamento, mas cuja descrição seja mais acessível.

---

Por isso a pseudo-realidade epistêmica é aquela que se supõe que seja a média ponderada das interpretações idiossincráticas que melhor representam a maneira mais adequada para se interpretar a realidade sensiente, e que supostamente deve ser a mais próxima da realidade cognoscível e inteligível. A ponderação é muito difícil de se fazer, porque as próprias pessoas que estimam o valor de verdade sobre cada conhecimento e sobre o peso das opiniões das outras pessoas (isto é, sobre o peso da pseudo-realidade idiossincrática defendida pelas outras pessoas), estão elas próprias sendo avaliadas, de modo que o peso que elas atribuirão a outros depende do peso que outros atribuíram a ela.

Este encadeamento de ponderações gera uma rede semelhante ao que determina relevância de sites. Num nível mais simples, a relevância de artigos acadêmicos se baseia no número de citações, mas sem considerar o número de citações dos artigos que fazem as citações. Quando se considera vários níveis de citações de citações de citações... chega-se a alguns casos nos quais os pesos não convergem, ou seja, ao somar novos níveis, o peso não vai se aproximando progressivamente para um valor finito, mas sim fica oscilando. Esta oscilação pode ser caótica ou cíclica.

O fato é que é muito difícil estabelecer de forma correta os pesos que devem ser atribuídos às opiniões, e muito frequentemente as opiniões mais valiosas estão entre as que recebem menor peso. Einstein passou muito tempo no obscurantismo, até que suas ideias começassem a ser compreendidas e valorizadas, porque havia bem poucas pessoas no mundo em condições de apreciar a grandiosidade e profundidade de seus pensamentos.

Algumas pessoas com visão muito à frente de seu tempo, como Cantor ou Galileu, acabarão numa espécie de ostracismo, enquanto outras pessoas com opiniões muito mais superficiais acabarão desfrutando maior prestígio e reconhecimento, porque serão mais facilmente compreendidas pelas demais, que atribuirão às opiniões delas um maior peso, e elas próprias atribuirão maior peso aos que concordam com ela, que por sua vez se refletem num peso maior atribuído a elas próprias pelo reflexo das opiniões sobre as quais elas opinam positivamente.

Nessa estrutura corre-se o risco de muitas vezes perder de vista a Verdade em favor da mediocridade.

---

No livro “A terra dos cegos”, há uma dramatização dessa problemática, em que uma pessoa com visão normal vive numa terra habitada exclusivamente por cegos, e tem seus olhos arrancados para deixar de ficar dizendo sandices sobre coisas que só ele pensa saber, ou seja, é curado de seus devaneios. A metáfora do livro é bastante clara e o autor se refere à cegueira mental, bem como a extirpação da liberdade de pensamento.

Um esquizofrênico tem sua realidade idiossincrática muito destoante da realidade cognoscível, ao passo que um cientista geralmente tem sua realidade idiossincrática mais semelhante à realidade cognoscível e à realidade inteligível do que a média das pessoas. Um religioso pode ter sua realidade idiossincrática muito destoante da realidade cognoscível ou não, isso dependerá muito de quais dogmas ele aceita como premissas válidas.

A realidade inteligível é a parte da realidade cognoscível que pode ser compreendida, modelada, descrita de forma aproximada para um número grande de casos particulares, a partir de um modelo que utilize um número pequeno de parâmetros. O fato de existirem árvores faz parte da pseudo-realidade epistêmica que tenta representar a realidade cognoscível. A Teoria da Gravitação faz parte da pseudo-realidade epistêmica que tenta representar a realidade inteligível. É importante notar que não fazem parte da própria realidade cognoscível e inteligível, mas sim da pseudo-realidade epistêmica que tenta representar as realidades cognoscível e inteligível.

A realidade sensciente é toda aquela que está acessível aos sentidos ou sensores. A descoberta da suposta matéria escura tem um papel muito interessante na compreensão deste conceito. Pode haver matéria que não interaja nem gravitacionalmente nem por qualquer outra interação conhecida, e esta seria completamente inacessível aos nossos sentidos e instrumentos. Caso exista tal coisa, simplesmente não haveria como nos darmos conta disso, pois ela não faz parte de nossa realidade sensciente, embora possa fazer parte da realidade absoluta, e possam existir outros seres inteligentes que interajam com esta matéria, possam conhecê-la, estudá-la, compreendê-la.

A realidade sensciente para entidades constituídas pela matéria fermiônica pode representar uma pequena parcela das possíveis realidades senscientes para entidades

---

sujeitas as outras interações. Por isso é possível que a realidade absoluta nos seja totalmente inacessível, exceto em pequenos fragmentos.

Também é importante distinguir entre sensciente e cognoscível. Há fatos que podem ser deduzidos, sem serem sentidos ou detectados por sensores. O tamanho dos átomos, por exemplo, podia ser calculado a partir do movimento Browniano muitos anos antes que se pudesse medir de forma direta, nem mesmo ver o átomo. A carga do elétron pode ser medida com base na velocidade que bolhas de ar se deslocam num fluido. A distância da Lua pode ser medida geometricamente. Estas informações não nos chegam diretamente por nossos sentidos, nem a sensores, mas usam indiretamente informações que foram coletadas por sensores ou por nossos sentidos para inferir outras supostas verdades.

A realidade cognoscível é aquela que está ao alcance de que entidades possam conhecê-la, mas significa que nós sejamos tais entidades. Por isso nossa pseudo-realidade spistêmica é uma tentativa de representar o que julgamos ser a realidade sensciente com base em nossa interpretação coletiva e ponderada sobre os fenômenos investigados a partir dos dados coletados por nossos sentidos ou sensores. A realidade inteligível é a parte da realidade cognoscível que além de ser conhecida também pode ser compreendida, no sentido de que apresenta consistência lógica.

Esta é uma parte do problema relacionada à Física. Mas o problema de entender a realidade é mais profundo.

Há diferentes versões sobre a relação de Sócrates com o Oráculo de Delfos. Numa delas, Sócrates teria perguntando ao oráculo quem era o homem mais sábio da Grécia, ao que o Oráculo teria respondido que era ele próprio. Em outra versão, teria sido seu discípulo, Xenofonte, que questionou ao oráculo se Sócrates seria o homem mais sábio do mundo, e o oráculo respondeu positivamente.

Se a resposta contar com apenas duas alternativas, “sim” ou “não”, e se o número de alternativas de respostas oferecidas pelo Oráculo tiver igual frequência de possibilidades interpretáveis como “sim” ou “não”, então há 50% de probabilidade de que qualquer pessoa citada fosse considerada pelo Oráculo a mais sábia da Grécia ou do mundo.

---



O mais adequado, sob o ponto de vista científico, seria se o oráculo tivesse que fornecer uma sequência de letras até formar um nome, bem como algum critério para definir quando a série de letras deveria ser interrompida. Nesse caso, é provável que as letras não formassem um nome de pessoa e a pergunta ficasse sem resposta. E se porventura tivesse a sorte (ou azar) de que a série de letras formasse o nome de alguém, é muito provável que não fosse a pessoa “certa”.

De qualquer modo, concordo com a interpretação do oráculo, e creio que Sócrates foi não apenas o maior sábio do mundo em sua época, como também um dos maiores de todos os tempos.

Sócrates, ao receber a resposta do oráculo (ou ao ser informado por Xenofonte sobre a resposta do oráculo), comentou que não era possível, já que ele nada sabia. Então, para provar que ele não era o mais sábio, saiu pelas ruas à procura do homem mais sábio. Depois de conversar com todos os supostamente muito sábios, percebeu que nenhum deles sabia nada, além de não saber que não sabiam. Portanto, como ele, Sócrates, sabia que não sabia, isso o tornava o mais sábio, pois ele sabia de pelo menos uma coisa: que nada sabia.

Embora tenha sido usado o termo “sabedoria”, no contexto fica claro que se está falando de “conhecimento”. Deixando de lado as nuances que diferenciam “sabedoria” de “conhecimento” e de “erudição”, podemos interpretar que Sócrates se referia a “conhecimento”, de um modo abrangente, aliado à percepção dos limites do conhecimento. Mais especificamente ele foi um dos primeiros a distinguir nitidamente o que as pessoas de fato sabem do que elas acham que sabem. Cerca de 2400 anos depois de Sócrates, a esmagadora maioria da população ainda não percebe a diferença entre conhecer e acreditar conhecer.

A sentença “tudo que sei é que nada sei” não constitui um paradoxo. Apenas indica saber mais que nada, já que se soubesse exatamente nada, a sentença seria contraditória. Para que fosse um paradoxo, seria necessário que a sentença gerasse um looping infinito, como:

“Esta sentença é falsa.”

---

Neste caso, se a sentença fosse falsa, indicaria que o correto é que a sentença é verdadeira. Mas não pode ser verdadeira, porque se ela fosse verdadeira, significaria que é falsa, gerando o looping infinito. O mesmo não ocorre com a declaração de Sócrates.

Quando diz “tudo que sei é que nada sei”, significa que a parte “nada sei” é forçosamente falsa, porque se ele sabe que nada sabe, então sabe de algo, que é mais que nada, invalidando a segunda parte, mas a segunda parte não invalida a primeira. Bastaria corrigir a declaração para “tudo que sei é que sei apenas que nada sei além disso”.

Nesse caso expressaria melhor o que ele teve a intenção de dizer, mas ainda estaria “errado”, conforme mostrou Descartes, com sua conclusão “Penso, logo existo”. Não haveria como a pessoa pensar, caso ela não existisse. Portanto o fato de ela estar pensando implica sua existência. Se a pessoa sabe que ela própria existe, então sabe de alguma coisa que é diferente de saber que não sabe nada. Assim a pessoa sabe desta coisa e sabe também que sabe desta coisa. Poderia reiterar o processo infinitamente, dizendo que a pessoa sabe que sabe que sabe dessa coisa etc.

Na verdade essa é uma questão bem mais complexa e vai muito além do que considerou Descartes. Em 2002, escrevi uma série de textos sobre isso. O ponto central é que a conjectura de Descartes parte da premissa implícita de que o pensamento é uma ferramenta adequada para conduzir à Verdade. Mas não existe garantia disso. O pensamento concebe critérios para validar a si mesmo.

A Lógica, a verificação experimental, o método científico, demonstrações matemáticas são concebidos pelo pensamento. A validade da lógica, do método científico, da matemática dependem de que o pensamento seja um meio válido para conduzir à Verdade.

Mas qual é a evidência de que o pensamento é um recurso válido? Não há. Qual é a garantia de que o pensamento utilizado para concluir “penso, logo existo” não é falho? Qual é a garantia de que o pensamento utilizado para construir toda a Lógica e a Ciência seja válido?

O pensamento tenta validar a si mesmo, criando uma interdependência: o pensamento só é válido se o pensamento que foi utilizado para validar o pensamento for válido. Além disso,

---

temos a impressão de que o pensamento é um caminho válido para se chegar à verdade porque confundimos a realidade sensiente com a realidade externa. Assim, quando fazemos experimentos cujos resultados corroboram nossas teorias, somos levados a acreditar que os pensamentos utilizados na formulação daquelas teorias eram corretoras, caso contrário as teorias não seriam preditivas. Mas toda esta linha de raciocínio foi construída pelo pensamento, portanto depende que o pensamento seja uma ferramenta confiável.

E mais: o pensamento que está sendo utilizado para contestar a validade do pensamento também está sujeito a falhas, portanto, em última instância, não se pode ter certeza sobre absolutamente nada, nem sobre demonstrações matemáticas.

Por isso, em última instância, acaba-se dependendo de que o pensamento seja válido para que se possa supor que qualquer outro conhecimento também seja válido. Então a premissa primordial que precisa ser aceita antes de que se possa formular qualquer outra é que o pensamento possibilita conhecer e compreender verdades. É importante ter em mente que isso não é uma verdade; é uma premissa que precisa ser aceita como verdade, caso contrário não se pode avançar em direção nenhuma.

Assim, Sócrates estaria mais perto da verdade que Descartes, pois quando se considera esse contexto em que o próprio pensamento tem sua validade contestada, a expressão “tudo que sei é que nada sei” ganha um significado mais profundo, e a percepção de Descartes de que “penso, logo existo” está “errada”. Ele considera que o “pensar”, em si, é suficiente para que se possa concluir a existência. Mas não é. Além disso, é necessária mais uma premissa: a de que o pensamento, quando corretamente estruturado, conduz inequivocamente ao conhecimento de verdades.

Na verdade, como a necessidade destas 2 premissas foi concebida pelo pensamento, e o pensamento não foi validado senão por si mesmo, então a declaração também pode estar errada.

O fato é que nada se pode saber com certeza, porque o axioma primordial (o pensamento conduz à verdade) a partir do qual todos os outros deveriam derivar, não pode ser

---

demonstrado nem validado por qualquer meio externo, e depende de si mesmo para se auto-validar. Mas se ele não está ainda validado, como pode validar a algo?

Com isso chegamos ao ponto zero. E partir daí pode-se tentar construir conhecimento assumindo a hipótese de que o pensamento é um meio infalível para adquirir conhecimento. Após aceitar esta premissa, que não temos como saber se é válida, pode-se avançar e construir todo o conhecimento matemático e científico atual e futuro. Mas não se pode perder de vista o fato de que todo o conhecimento que existe e que virá a existir partiu de uma premissa incerta, logo todos os conhecimentos são incertos.

Mas há diferentes níveis de incerteza. O conhecimento matemático depende de apenas 1 premissa para que seja válido: depende de que o pensamento conduza à verdade. O conhecimento científico está num nível muito mais baixo, porque depende de que muitas outras premissas sejam válidas. Estas premissas são de que nossos sentidos nos fornecem informações fidedignas sobre a realidade sensiente, de modo que, caso exista uma realidade absoluta, impessoal, esta seja pelo menos semelhante à percepção que temos sobre ela.

Dentro da Ciência, há conhecimentos científicos mais fortemente corroborados, outros menos. Quando os modelos teóricos são mais aderentes aos dados experimentais, quando o número de experimentos é maior, cobrindo uma variedade mais ampla de situações, por maior número de experimentadores independentes, as previsões feitas a partir do modelo são mais acuradas etc., então estes modelos tem maior probabilidade de serem boas representações da realidade.

A pseudo-realidade idiossincrática é o que nosso cérebro interpreta do que nossos sentidos transmitem a ele a partir da interação com o meio. Nossos olhos recebem a luz refletida por uma parede, essa luz impressiona os cones e bastonetes em nossas retinas, que transmitem sinais elétricos do nervo óptico ao nosso cérebro, que transforma estes sinais numa interpretação de imagem estereoscópica e colorida. Ao tatear as superfícies, corroboramos a percepção que os olhos transmitiram ao cérebro, sobre ser quase lisa e plana, além de algumas informações que os olhos não forneciam, como estar fria, seca, rígida.

---

Mas como saber se nossos sentidos estão nos traduzindo com fidelidade as informações que estão coletando ao redor? Como saber se outras pessoas, ou outras entidades, expostas às mesmas experiências, teriam as mesmas sensações? Este tema é explorado no filme “Matrix”.

Quando eu tinha cerca de 4 anos, uma das dúvidas que tive é se a sensação de cores que eu tinha era a mesma das outras pessoas. Eu sabia que a cor que eu havia aprendido a identificar como azul era a mesma que as outras pessoas identificavam como azul, porque era um padrão de nomenclatura, mas como saber se minha sensação de azul era a mesma sensação que as outras pessoas também tinham ao olhar para a cor que nós identificávamos como azul?

Eu desenhava e modelava com massinha, por isso tinha noção das misturas de cores para gerar outras cores, então concluí que todas as pessoas enxergavam as cores do mesmo jeito, ou pelo menos de um jeito equivalente, para manter a consistência na mistura das cores. Pois amarelo e azul gerava verde, mas amarelo e verde não gerava azul. Se as pessoas não sentissem as cores do mesmo jeito que eu, então ao misturar cores para gerar outras, não haveria mais concordância na identificação. Portanto, como há concordância, isso significa que as pessoas percebem as cores do mesmo jeito.

Também seria possível que não fosse do mesmo jeito, mas de um jeito equivalente, de modo a preservar a consistência ao fazer as misturas, mas nessa hipótese haveria pouquíssimos arranjos possíveis que manteriam a consistência, entre uma enormidade de outros arranjos que não manteriam a consistência, portanto seria muito mais provável que não houvesse consistência na sensação de cores misturadas, caso as percepções não fossem iguais, logo se poderia concluir que provavelmente todas as pessoas têm mesma sensação de cores, não apenas sensação equivalente.

Eu não sabia que existiam pessoas daltônicas, nem que havia diferentes tipos de daltonismo, nem que havia pessoas com 4 tipos de cones. Também não tinha noção sobre as estruturas envolvidas na percepção de cores, não sabia o que é comprimento de onda, por isso minha interpretação e resolução foram bastante rústicas. Mas atualmente compreendo com mais clareza que se o que supomos conhecer estiver razoavelmente correto, todas as pessoas com visão normal sentem as cores do mesmo jeito, porque

---

utilizam as mesmas estruturas físicas para detectar a intensidade e o comprimento de onda da luz.

Mas no âmago do problema está a questão: nosso pensamento utilizado para analisar essa questão é correto? Não me refiro a este pensamento em particular, nesse problema específico. Refiro-me ao pensamento humano ou mesmo ao pensamento artificial. Que garantia podemos ter de que o pensamento está analisando corretamente os fatos de modo a conduzir a conclusões corretas, em vez de conduzir a interpretações que se adequam muito bem à nossa percepção dos fatos, mas sejam totalmente diferentes dos próprios fatos?

Quando nossos dedos tocam na parede, estão de fato tocando numa parede? Ela é de fato lisa, fria, seca? Os sinais que estão sendo coletados pelas extremidades de nossos sensores táteis podem falhar pela inexatidão dos sensores, podem falhar no processo de transmissão até o cérebro, podem falhar ao serem interpretados e processados pelo cérebro.

Quando cruzamos dados obtidos por diferentes sensores, como visão, audição, tato, olfato, e encontramos consistência na avaliação das estruturas com base nos dados obtidos por sensores independentes, somos levados a supor que seja mais provável que estes sensores estejam fornecendo informações corretas. Mas o pensamento que nos leva a esta conclusão está correto? Quem valida este pensamento?

Para que nossa pseudo-realidade epistêmica seja uma representação fidedigna da realidade sensiente, nada pode falhar, nem os sensores nem a transmissão dos sinais, nem a interpretação, nem o pensamento. Além disso, é claro, estamos usando muito conhecimento post facto sobre os componentes de nosso corpo (olhos, cérebro, terminais nervosos), que não temos como saber se de fato existem. Supomos que existem, e acreditamos ter motivos muito fortes para supor, porque conseguimos operacionalizar bem os pensamentos por esse caminho, acreditando que estamos vivendo num mundo com determinadas características, com o qual interagimos e que responde às nossas interações conforme nossas previsões científicas, desviando das previsões por pequena margem.

---

Pensamos que construímos aviões, acreditamos que os vemos voar, ou acreditamos voamos neles. Qual seria a probabilidade de que isso fosse possível se nossa interação com o meio nos fornecesse pistas falsas sobre como é a realidade, ou se nosso pensamento interpretasse incorretamente a realidade? Nosso pensamento sugere que tal probabilidade seja baixíssima.

O imenso sucesso da Ciência no sentido de otimizar nossa relação com a suposta realidade absoluta extrínseca à nossa consciência, promovendo interações previsíveis muito acuradas, nos leva a considerar que a probabilidade de que tudo isso seja casual é tão baixa que devemos aceitar que nossa pseudo-realidade epistêmica é uma boa representação da realidade sensciente, e esta talvez seja uma boa representação da realidade absoluta, no sentido de que qualquer entidade possa perceber a tal realidade com as mesmas características que a percebemos, minimamente distorcida por idiossincrasias.

Esse extraordinário sucesso na interação com o meio, ou na nossa percepção de que estamos interagindo com o meio, nos leva a considerar que nossa percepção da realidade é fidedigna e acurada, e a interpretação que nosso cérebro faz da realidade também é altamente representativa da realidade. E isso nos remete, em primeira instância, a concluir retroativamente que o pensamento é confiável como meio de buscar a verdade.

Mas essa é uma conclusão imperfeita, porque qualquer que fosse nossa interpretação da realidade, por mais distorcida que fosse, acabaríamos nos adaptando tão bem a usar nossos modelos da realidade para interagir com ela que acabaríamos sempre encontrando modelos operacionalmente úteis, ainda que fossem totalmente díspares da realidade estrutural tal como ela de fato é.

Um exemplo bem simples é do geocentrismo. Durante 2000 anos a humanidade adotou um modelo totalmente incorreto para representar o sistema solar e os movimentos dos planetas, mesmo assim esse modelo errado permitia fazer previsões muito precisas sobre as posições dos planetas. Toda a estrutura do modelo estava incorreta, mas ao degenerar uma dimensão e projetar as imagens num cenário de fundo em 2D, o modelo correspondia muito bem aos fatos observados dentro dos limites de precisão que os instrumentos podiam medir.

---

Foi necessário que se questionasse detalhes minúsculos e aparentemente de pouca importância, como o tamanho aparente e brilho aparente de Vênus, que eram incompatíveis com as distâncias que Vênus deveria estar ao longo de sua órbita no modelo geocêntrico, para que se pudesse perceber que o modelo deveria ser uma representação inadequada. Bem como a posição aparente de Marte, que seria mais bem representada por uma órbita elíptica do que pela combinação de epiciclos circulares, gradientes e deferentes.

Portanto, assim como o geocentrismo parecia certo, embora fosse fundamentalmente incorreto, podemos pensar o mesmo sobre outros conhecimentos habitualmente aceitos como fiéis representações da realidade, mas podem estar igualmente muito equivocados, e por serem modelos capazes de representar com alta precisão nossa interação com o meio, torna-se muito difícil detectar esses erros de interpretação.

Quando se lida com Ciência, de modo geral, e com o Mercado Financeiro, em especial, a distinção entre conhecer e não conhecer é insuficiente. É necessário considerar os numerosos níveis intermediários.

Sabemos que o comprimento da diagonal que une os vértices opostos de um quadrado desenhado sobre uma superfície ortogonal contínua é raiz de 2 vezes maior que o lado desse quadrado. O nível de certeza sobre isso é alto, porque só depende que de nosso pensamento seja válido para alcançar a verdade.

O nível de certeza sobre a Teoria da Gravitação é muito menor, embora ainda seja muito alto. Há uma quantidade imensa de experimentos sistemáticos que foram realizados e nos quais se verificou que a gravidade se comporta muito aproximadamente como prevista pela teoria.

O nível de certeza sobre fumar aumentar as probabilidades de desenvolver câncer está num nível mais baixo, mas ainda assim bastante alto.

O nível de certeza sobre uma previsão meteorológica qualquer é ainda mais baixo.

Quando se faz uma previsão sobre o comportamento do Mercado Financeiro com auxílio de uma modelagem matemática adequada, o nível de certeza é ainda mais baixo.

---



Quando se trata de uma previsão do Mercado Financeiro sem modelagem matemática, baseada em avaliações subjetivas, a certeza é muito mais baixa.

Uma previsão na Mega Sena chega ao nível em que não se tem mais certeza.

Estes diversos níveis de certeza sobre determinado conhecimento epistêmico ser uma boa representação da realidade sensciente precisam ser ranqueados corretamente quando se analisa os fatos, de modo que seja possível atribuir diferentes probabilidades de verdade a cada suposição e chegar a conclusões que tenham maior probabilidade de serem boas representações da realidade sensciente.

Aos 54:20, Fábio pergunta ao Marcelo: “À luz do que se sabe hoje, pra que o Universo funcione como funciona, é necessário ainda um Deus? Deus tem lugar na Mecânica Universal?” e Marcelo responde “A Mecânica Universal não precisa de Deus. As pessoas podem precisar de Deus”.

A pergunta, da maneira como foi formulada, força uma resposta que acabou sendo compatível, mas que não expressa o que talvez tenha sido a real intenção do autor ao fazer essa pergunta, que seria, talvez, saber se existe um Deus e quais as propriedades de Deus.

Assisti a uma serie de 3 vídeos sobre “histórica da Ciência”, em que o apresentador leva o assunto muito mais para o lado religioso do que científico, e no final ele tenta induzir a uma interpretação quase oposta a esta. Vou deixar para analisar o tema no próximo vídeo.

Para finalizar, gostaria de dizer que achei a entrevista muito agradável, com perguntas muito inteligentes e interessantes dos entrevistadores e com excelentes respostas do Marcelo. Uma pena que a TV brasileira não promova mais eventos com esse nível e sobre estes temas.

Foi um prazer analisar essa entrevista e acabou ficando uma das mais longas. Espero que os leitores desfrutem tanto quanto eu desfrutei ao escrever.

---

## APÊNDICE:

[\*] Diferentes livros sobre história da Matemática, da Astronomia, da Ciência apresentam diferentes valores para o stadium. Diferentes fontes citavam valores como 185,12 m, 185 m, 184,98 m, 177,59 m, 176 m, 174,13m, 166,68 m, 160 m, 157,5 m, 157,05 m, 157 m, 156,9 m.

Alguns autores tentam forçar os resultados de Eratóstenes a ficarem mais próximos aos valores atuais, escolhendo para o stadium valores que não se fundamentam em critérios objetivos. Outros escolhem para o stadium o valor mais adequado para que a medida da distância entre Siena e Alexandria fique correta (stadium náutico = 166,68 m). Outros supõem que pelo fato de Eratóstenes viver em Alexandria, teria usado o stadium egípcio (184,98 m). Em Cosmos, Sagan arredonda e simplifica tudo, usando 800 km para distância entre as cidades, projeção da sombra num ângulo igual a 1/50 da circunferência, e chega em 40.000 km e estádio = 160 m.

Apesar desta aparente confusão, um livro da extinta livraria Rozov, que vendia livros russos traduzidos para o espanhol da excelente editora MIR, citava 156,9 m e esclarecia que, entre os vários estádios existentes na época, o valor adotado por Eratóstenes foi o estádio itinerário, o que é bastante lógico, já que a distância foi medida em passos. E o valor 156,9 m se baseava no côvado real egípcio, que é subdivisão do stadium e pode ser medido em “qualquer” museu como sendo 52,3 cm.

Durante mais de 20 anos achei que esta fosse a informação mais correta, porém num artigo de 2013 do Max Planck Institute for the History of Science <https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Preprints/P439.PDF> foi citado um estudo realizado em 1972 por Lev Vasilevich Firsov, no qual Lev calculou o valor do stadium a partir da média aritmética de 81 medidas feitas por Eratóstenes e Estrabão, e encontrou 157,7 m. Esse resultado é consistente com a informação de que o côvado apresenta diferentes medidas em diferentes museus, variando de 52,3 cm a 52,9 cm. A média dos museus 52,6 cm resultaria no valor de 157,8 m para o stadium.

Também há vários detalhes a considerar. Por exemplo: A distância entre Siena e Alexandria (centro a centro) é cerca de 841,03 km, mas o valor usado por Eratóstenes foi 794,8 km.

---

Eratóstenes presumiu que Siena e Alexandria estivessem no mesmo meridiano, mas há uma diferença de 3° (o centro de Alexandria fica em 29°55'7.47"L e o de Siena em 32°53'59.35"L). Ele tratou o Sol como se fosse punctiforme, mas seu diâmetro aparente não é desprezível. Esse detalhe foi melhorado por Possidônio, que usou a estrela Canopus em vez do Sol.

Portanto a acurácia alcançada por Eratóstenes foi em grande parte fruto da sorte, pois se ele tivesse medido corretamente a distância entre as cidades, teria encontrado um valor cerca de 5% maior, e se considerasse o fato de que não estavam sobre o mesmo meridiano, mas sim num ângulo de 2,98 graus, então o cosseno deste ângulo de 0,99865 teria que corrigir a distância. Com isso teria encontrado 41.995 km (+5%), ainda assim um excelente resultado, mas não tão acurado quanto os 39.740 km (-0,7%).

Fragmentos de textos que não foram incluídos no artigo para não comprometer a fluência, mas que talvez seja interessante reproduzir aqui:

---

Aos 48:00, Fábio Pannunzio comenta, com muita humildade e sinceridade, que não entende o Princípio da Incerteza. Isso me faz lembrar a um relato de Feynman, pouco tempo depois de ele ter recebido o Nobel de Física, quando foi convidado a ministrar uma palestra sobre Mecânica Quântica para alunos do 3º ano de Física. Ele começou a palestra mais ou menos assim “Se vocês pensam que vou falar de um modo que possam entender, vocês estão enganados. Vocês não seriam capazes. Mas não se aborçam, porque na verdade eu também não entendo. Ninguém entende...” E em seguida iniciou o discurso.

Um dos motivos pelos quais Einstein rejeitava a Mecânica Quântica é que ela praticamente não permite fazer analogias intuitivas com fenômenos conhecidos, porque as leis que imperam em escala quântica parecem diferentes daquelas que observamos no dia-a-dia, e isso cria uma série de dificuldades para que se possa entender de fato aquilo que se investiga. Pode-se aceitar que certos fenômenos ocorrem de determinada maneira, mas dizer que se entende tais fenômenos talvez não seja muito correto. (...)

Aos 52:00, Marcelo comenta que a tentativa de desenvolver uma teoria de unificação das forças pode ser um preconceito, e diz que não há motivos para acreditar que a níveis de energia arbitrariamente elevados todas as forças poderiam ser representadas por uma mesma teoria.

Há dois pontos a se considerar:

O primeiro é que já houve unificação da eletricidade com o magnetismo, depois do eletromagnetismo com a força nuclear fraca. E o modelo considera que a força nuclear forte também se unificaria com a eletrofraca a níveis muito altos de energia. Acredita-se também que a Teoria das Cordas possa fornecer caminhos para unificar também a gravidade com as demais forças. Então já foi feita uma parte do trabalho, e há motivos teóricos para presumir que seja questão de tempo até finalizar esse trabalho.

---

O outro ponto a considerar é que tudo isso se baseia no modelo padrão. Se o modelo não for uma boa representação da realidade, aquilo que se acredita que foi unificado pode nem sequer existir da maneira como é interpretado, e todos os processos e entidades envolvidas podem ser completamente diferentes. Isso é fácil entender quando se pensa no modelo Geocêntrico. Tudo no modelo se encaixava muito bem, os novos epiciclos, deferentes, gradientes, equantes eram adicionados para que o modelo funcionasse cada vez melhor, e acreditava-se que com isso se estava tornando o modelo cada vez mais semelhante à realidade, quando na verdade estava apenas acumulando remendos em cima de remendos num modelo totalmente diferente da realidade, mas operacionalmente útil e capaz de fazer boas previsões.

É muito semelhante à situação da Física de Partículas e a Mecânica Quântica. O modelo original já foi remendado várias vezes, e com isso se acredita que se está deixando o modelo cada vez mais completo e mais representativo da realidade, porém se o modelo fosse de fato uma boa representação da realidade, seria esperado que ele não precisasse desses remendos.

A Teoria da Relatividade, por exemplo, é elegante, econômica, e não precisou de grandes remendos desde que foi proposta. Em vez disso, tem sido corroborada sucessivas vezes numa variedade cada vez mais ampla de situações. A Teoria da Gravitação, na época que foi proposta e nos 300 anos seguintes, foi cobrindo uma variedade cada vez maior de fenômenos desconhecidos na época e continuou se mostrando muito boa, sem necessidade de ajustes. E quando precisou de ajustes, a Relatividade foi sua substituta.

Nesse contexto, o problema não é a unificação das forças, mas sim todo o modelo padrão, que carece de rigor científico, desde que foi concebido. O modelo é muito útil e permite previsões muito acuradas, mas também apresenta vários “furos”, que são convenientemente remendados cada vez que um novo furo é descoberto. Agora é a massa dos neutrinos. No modelo padrão, os neutrinos não deveriam ter massa. Para resolver esse desconforto, o modelo padrão supersimétrico inventou novas partículas. Os antigos gregos inventavam novos epiciclos cada vez que se verificava uma diferença mensurável entre teoria e experiência, e é basicamente o mesmo que fazem os cientistas modernos.

---

De forma muito resumida, toda pessoa tem sua realidade idiossincrática.

Para algumas pessoas, sua realidade pessoal é muito semelhante à realidade cognoscível. Para um esquizofrênico, sua realidade idiossincrática geralmente é muito diferente da cognoscível; para um religioso fanático é quase tão destoante da cognoscível quanto a de um esquizofrênico; para um religioso moderado, sua realidade idiossincrática é menos destoante da realidade cognoscível do que a de um religioso mais dogmático; para um cientista típico, sua realidade idiossincrática é menos destoante da realidade cognoscível do que a de um religioso mais liberal.

A realidade cognoscível representa uma parte da realidade sensciente. Em geral se utiliza o termo “observável”, mas prefiro o termo “sensciente”, já que observável sugere que a informação foi obtida pela visão, mas é bem mais abrangente que isso. Talvez a cognoscível intersecte a sensciente, em vez de estar contida inteiramente nela.

Para um esquizofrênico, sua realidade idiossincrática geralmente é muito diferente da cognoscível; para um religioso fanático é quase tão destoante da cognoscível quanto a de um esquizofrênico; para um religioso moderado, sua realidade idiossincrática é menos destoante da realidade cognoscível do que a de um religioso mais dogmático; para um cientista típico, sua realidade idiossincrática é menos destoante da realidade cognoscível do que a de um religioso mais “liberal”.

---