

Interview with David Kaiser: The Multiverse

[MUSIC PLAYING]

DAVID KAISER: And so those ideas led to this notion that's now called cosmic inflation, that in the earliest moments the universe wasn't only expanding, as it is indeed still doing today, but it might have been speeding up in its expansion. It might have been a rip-roaringly fast expansion, exponentially quickly. And that could have been driven by energy that was kind of temporarily locked up in some sort of exotic particles, like the Higgs particle, or things kind of like the Higgs particle that have since been found experimentally.

And if the universe went through this very short, but extremely violent, phase of exponentially fast expansion, this inflation, then that could both shore up a number of these shortcomings, or puzzles, or paradoxes about the regular big bang model. And also lead to a whole host of new questions, and new predictions for things that astronomers should hopefully then be able to see and detect, observationally. And then, it took a long time, it took more than 10 years since then, before the first observations could try to catch up and start detecting things like the very subtle pattern of bumps and wiggles in the distribution of the earliest light that astronomers could detect. Something called the cosmic microwave background radiation. Light that is, in some sense, a remnant heat, a remnant glow from that very violent early phase of the big bang.

And there is a very specific pattern of what physicists call fluctuations-- little parts where some parts of the sky look slightly hotter, and other parts look slightly colder, and slightly more energetic, slightly less energetic than average. Just by one part in 100,000. Very minute little bumps in the distribution of matter and energy across the entire universe.

Those bumps are predicted by inflation. In fact, the pattern of those bumps have been predicted by many models of inflation. And they now match the latest observations to extraordinary accuracy. So it looks like, hey, we're done. We have one universe. We've explained that one universe.

And part of what people began to realize early in this new set of studies is that once this phase of inflation starts in one patch of the universe, it will likely keep going forever. It became known as eternal inflation. So within one little bubble, one island in which we would ultimately find ourselves living, inflation will self-consistently come to an end.

One can understand why our patch of space isn't expanding the way it certainly seems to have, or is predicted to have, in that earliest moment. But instead, while our little patch, our little island, our little suburb of the cosmos, has stopped expanding exponentially, neighboring parts-- so this theory seemed to suggest-- would keep on expanding exponentially quickly. And so some part of space would always be growing. So once inflation starts somewhere, it seems-- at least according to the equations, these calculations-- inflation will never end. It's eternal. At least, is thought to be eternal.

So that raises a whole host of questions. Because now there could be, ultimately, an infinite number of these bubbles of these seemingly independent little universes, from the inside of

which they look enormous. It's our entire observable universe and much more that we're talking about. And yet, if seen from a different perspective-- so these theories now suggest-- there could be an infinite number of these parallel bubbles that are constantly kind of roiling up out of nothing, out of a vacuum, and expanding and going through a kind of Big Bang-like evolution all their own.

So now the question becomes, how typical are any things that we want to calculate about our own universe? We want to describe the phenomena we see. If we can't determine the outcomes, we want at least give quantum mechanical probabilities-- how likely should we see this event or that event. And probabilities needs what physicists call a measure. You need to know, in some sense, baselines for how to calculate how likely an event would be or otherwise.

MARCELO GLEISER: So for example, you mean how likely our universe would be among all these other universes?

DAVID KAISER: Well, we got we got stuck there. Because we first wanted to ask how likely is it for this table to hold together, say. And ultimately, if we push our equations back, we then have to ask-- as a prerequisite to answering that question, it seemed, we suddenly have to ask how likely is our universe to have been created and gone through the evolutionary history we've observed.

And somehow, it looks at least to some physicists like answering questions about two electrons dancing on the table today suddenly seem subject to this big, crazy, ungainly, unanswered question of how likely is our own universe. And that gets a lot of people very uncomfortable. Understandably uncomfortable.

MARCELO GLEISER: So what makes people a little upset about the multiverse-- we should ask that question, which is also related to the nature of reality and how much we can probe of what's out there-- is the fact that if you believe that there are other universes outside our universe, that implicitly means that we cannot directly probe them. And there is a problem here, from a physicist's perspective. Because if you cannot test your hypothesis, what are you doing?

DAVID KAISER: Good. No, I agree. And so that becomes-- that doesn't mean it's an illegitimate question. It is, we might say, a philosophical, a metaphysical question. And those are important questions. Some of the most important ones that humanity has asked I think fall in that bin.

Again, so I don't think that's a taint. I'd like to turn it around. Maybe my glass is half full. But like I said, we've developed great tools with which to even broach those questions. That doesn't mean we have the answers yet. But I agree.

Now, there are proposals, as you know. Some people wonder, if these really are separate bubbles-- I tend to think about the multiverse as like a big bathtub. And like in a bathtub, you can have lots of bubbles. And sometimes in a real bathtub, some bubbles will coalesce. This is something you've studied in detail, right, for a long time.

And maybe that happens even in the multiverse. If the rate at which new universes get made, so to speak nucleate, if that rate is large enough, then it's not impossible to imagine bubble universes colliding. Not every time. Not every universe will collide with every other. But there could exist collisions, some likelihood of some collisions.

And if so, then that could possibly show up as some very subtle signal, for example, in the cosmic microwave background radiation. I don't think it's particularly likely. But at least it gives a little handle. And some people, like Roger Penrose in a slightly different context, have tried to look very hard to say not just-- is that possible? Does it show up in this current cornucopia of data?

So I wouldn't say it's, in principle, never, ever testable. They might not be strongly testable. Certainly not where we can say with great confidence that's ruled in, that's ruled out. But there are clever ways, fun ways to think about possible inroads empirically.

And otherwise, like I say, I'm perfectly comfortable saying these are metaphysical questions that we're led to for good reasons that we have confidence in. We have tools that we've sharpened over a long, long time, that we can at least try that next step. But I don't think that we have to stop doing physics and cosmology until we figure that out. That's where I think some of the critics may be taking it a bit too far.

MARCELO GLEISER: No, that's true. No, that's definitely not the right approach.

[MUSIC PLAYING]

Conversa com David Kaiser: O Multiverso

[MÚSICA TOCANDO]

DAVID KAISER: E então

essas ideias levaram a essa noção atualmente chamada de inflação cósmica, de que nos primórdios, o universo não apenas estava se expandindo, como ainda se expande até hoje, mas que provavelmente também estaria acelerando sua expansão. Deve ter ocorrido uma expansão incrivelmente rápida, exponencialmente mais veloz. E isso pode ter sido impulsionado por energia de certa forma temporariamente trancafiada em alguns tipos de partículas exóticas, como a partícula de Higgs, ou coisas de certa forma semelhantes à partícula de Higgs que têm sido, desde então, encontradas experimentalmente.

E se o universo passou por essa fase muito curta, mas extremamente violenta, de expansão exponencialmente veloz, essa inflação, portanto, poderia não só resolver servir de base a várias dessas lacunas, enigmas ou paradoxos do modelo tradicional do Big Bang, como poderia também levar a uma série de novos questionamentos e novas previsões para coisas que esperamos que os astrônomos venham a ser capazes de ver e detectar empiricamente. E aí, levou

muito tempo, levou mais de 10 anos desde então, até que as primeiras observações pudessem tentar acompanhar e começar a detectar coisas como o padrão muito sutil de picos e oscilações na distribuição da luz mais antiga que os astrônomos conseguiam detectar. Algo chamado de radiação cósmica de fundo em micro ondas. Luz que é, de certa forma, um calor remanescente, um brilho remanescente daquela fase inicial bastante violenta do Big Bang.

E existe um padrão bem específico do que os físicos chamam de flutuações — quando algumas partes do céu parecem ligeiramente mais quentes e outras, parecem ligeiramente mais frias, e energeticamente um pouco mais intensas, um pouco menos intensas que a média. Apenas por uma parte em 100 mil. Picos ínfimos na distribuição de matéria e de energia em toda a extensão do universo.

Esses picos são previstos pela inflação. De fato, o padrão desses picos tem sido previsto por muitos modelos de inflação. E agora eles correspondem às observações mais recentes com precisão extraordinária. Parece que é isso, ei, terminamos. Temos só um universo. Já explicamos esse universo.

E parte do que as pessoas começaram a perceber no início dessa nova série de estudos é que, assim que essa fase de inflação começa em um trecho do universo, provavelmente ela continuará para sempre. É o que se chamou de inflação eterna. Dessa forma, dentro de uma pequena bolha, uma ilha na qual nós, em última análise, nos encontraríamos vivendo, a inflação consistentemente chegará a um fim sozinha.

Dá de entender por que nosso trecho do espaço não se expande como certamente parece se expandir, ou conforme as previsões, naquele momento primordial. Mas, em vez disso, enquanto nosso trequinho, nossa ilhazinha, nosso pequeno bairro no cosmos parou de se expandir exponencialmente, partes vizinhas — como essa teoria parecia sugerir — continuariam se expandindo de forma exponencialmente mais rápida. E assim, alguma parte do espaço estaria sempre crescendo. Portanto, assim que a inflação começa em algum lugar, parece — pelo menos segundo as equações, esses cálculos — que a inflação nunca terá fim. É eterna. Ao menos, pensamos ser eterna.

Portanto, isso levanta uma série de questões. Porque agora pode existir, em última análise, um número infinito dessas bolhas, desses pequenos universos aparentemente independentes, de dentro dos quais eles parecem enormes. É do nosso universo observável inteiro e de muito mais o que estamos falando. E ainda assim, se olharmos de uma perspectiva diferente — como essas teorias sugerem agora — poderia haver um número infinito dessas bolhas paralelas que estão constantemente se agitando do nada, a partir de um vácuo, e se expandindo e passando por uma evolução semelhante ao Big Bang por conta própria.

Portanto, agora a questão passa a ser: o quão típicas são quaisquer coisas que queiramos calcular sobre nosso próprio universo? Queremos descrever os fenômenos que vemos. Se não pudermos determinar os resultados, queremos pelo menos dar probabilidades mecânicas quânticas — qual a probabilidade de vermos este ou aquele evento. E as probabilidades precisam do que os físicos chamam de uma medida. É preciso conhecer, em algum sentido, parâmetros de como calcular o quão provável ou não um evento seria.

MARCELO GLEISER: Então, por exemplo, você se refere ao quão provável nosso universo seria entre todos esses outros universos? DAVID

KAISER: Bem, nós estamos empacados aí. Porque primeiro quisemos perguntar qual a probabilidade, digamos, desta mesa continuar inteira. E, em última análise, se recuarmos nossas equações, teremos que perguntar — como pré requisito para responder aquela pergunta, subitamente temos que perguntar qual a probabilidade do nosso universo ter sido criado e ter passado por toda a história evolucionária que observamos. E de

alguma forma parece, ao menos para alguns físicos, como se responder a perguntas sobre dois elétrons dançando sobre a mesa hoje, de repente, parecem que estão sujeitos a essa pergunta doida, desajeitada e sem resposta do quão provável é o nosso próprio universo. E isso deixa muita gente desconfortável. Compreensivelmente desconfortável.

MARCELO: Então o que deixa as pessoas um pouco perturbadas quanto ao multiverso — precisamos fazer essa pergunta, que também está relacionada à natureza da realidade e o quanto podemos sondar o que existe por aí — é o fato de que, se acreditarmos que existem outros universos fora do nosso universo, isso implicitamente significa que não podemos sondá los diretamente. E existe um problema aí, da perspectiva de um físico. Porque se você não puder testar sua hipótese, o que você está fazendo? DAVID KAISER:

Boa. Não, concordo. E isso se torna — isso não significa que a pergunta é ilegítima. E sim, que é, digamos, uma pergunta filosófica e metafísica. E essas são perguntas importantes. Penso que algumas das mais importantes que a humanidade já se perguntou se encaixam aí.

Novamente, não acho que isso seja uma mácula. Prefiro encarar la de outra forma. Talvez meu copo esteja meio cheio. Mas como disse, temos desenvolvido ótimas ferramentas com as quais podemos até abordar essas questões. Isso não significa que já tenhamos as respostas. Mas concordo.

Como você sabe, agora existem propostas. Algumas pessoas se perguntam se essas são realmente bolhas separadas — costumo pensar no multiverso como uma grande banheira. E tal como em uma banheira, podemos ter muitas bolhas. E às vezes, em uma banheira de verdade, algumas bolhas irão se unir. Isso é algo que você tem estudado em detalhe por muito tempo.

E talvez isso aconteça até mesmo no multiverso. Se a taxa na qual novos universos são criados, nucleiam, por assim dizer, se essa taxa for grande o bastante, não seria portanto impossível imaginar universos em bolhas colidindo. Nem sempre. Nem todo universo colidirá com todos os outros. Mas poderiam existir colisões, alguma probabilidade de algumas colisões.

Nesse caso, haveria a possibilidade disso aparecer como algum sinal bem sutil, por exemplo, na radiação cósmica de fundo em micro ondas. Não acho que seja especialmente provável. Mas pelo menos dá um pouco de manuseio. E algumas pessoas, como Roger Penrose em um contexto ligeiramente diferente, tentaram olhar bem a fundo para não dizerem apenas — isso é possível? Isso aparece nessa cornucópia atual de dados?

Portanto, eu não diria que isso é, em princípio, impossível de ser testado. Pode não ser algo testável de forma robusta. Certamente não a ponto de podermos dizer com grande confiança que é viável, que é inviável. Mas há formas inteligentes e divertidas de pensar em possíveis incursões empiricamente. E por

outro lado, como digo, me sinto perfeitamente à vontade para dizer que essas são questões metafísicas às quais chegamos por bons motivos em que confiamos. Temos ferramentas que afiamos por muito, mas muito tempo, e que podemos pelo menos tentar dar esse próximo passo. Mas não acho que tenhamos que parar com a física e a cosmologia até compreendermos isso. É aí que acho que alguns dos críticos estão indo um pouco longe demais.

MARCELO: Não, é verdade. Não, essa certamente não é a abordagem certa.

[MÚSICA TOCANDO]