

# **Interview with Mary-Jane Rubenstein: The Multiverse**

[MUSIC PLAYING]

MARCELO GLEISER: Today, I'm very happy to have with me Professor Mary-Jane Rubenstein from Wesleyan University. She is an expert in many, many things, but in particular, today, we're going to talk about the multiverse from a more religious and historical perspective. OK. Mary-Jane, welcome.

MARY-JANE RUBENSTEIN: Thank you.

MARCELO GLEISER: And so why don't you start by giving us a very broad perspective on what does the multiverse even mean?

MARY-JANE RUBENSTEIN: Sure. Yeah. Well, I think, broadly, we can use the term "multiverse" to signify the hypothesis that everything we can see, wherever we are in history, everything we can see is just one little part of a vast compendium of a whole bunch of other things that we could see if we were in that place, right? So you can use the multiverse as a term across history to refer to the hypothesis that there are many, many other worlds elsewhere.

MARCELO GLEISER: And this is a very old idea, right? So do have an idea of when did it more or less start?

MARY-JANE RUBENSTEIN: Yeah. Sure. So it depends on where you're looking, globally. Hindu cosmology has this notion that the World goes through periodic cycles of generation and degeneration, and that dates back just millennia. So you have a kind of cyclical multiverse, where the Universe gets sort of regenerated from time to time.

Buddhist cosmologies also have notions of an infinite number of worlds sort of spatially arranged. Sometimes they're hierarchically arranged, sometimes they're sort of out there in space more horizontally. And it seems that that kind of Buddhist cosmology, the many-worlds Buddhist cosmology, was in conversation with a trend of Greek philosophy that begins in about the fifth, maybe sixth century BCE, which is known as atomism. It seems like the ancient atomists were in, actually, conversation with ancient Indian philosophers, which is really interesting.

And what the ancient atomists said was that our whole World-- our "cosmos," is the word in Greek-- our whole World is just one of an infinite number of other worlds. Some of these worlds are just like ours, some of them are totally different from ours, and they're just randomly generated through the collision of atoms.

MARCELO GLEISER: OK. So from what you're saying, there are two different ways of thinking about the multiverse. You have like a multiverse in time, which basically means there is one Universe that's sort of like a phoenix Universe that is born, does its thing, dies, is reborn, and keeps doing that forever and ever, in a sort of a cyclic Universe style. And then you have another

one where you have a spread out in space kind of multiverse. And these two ideas seem to have coexisted in the past?

MARY-JANE RUBENSTEIN: Sure. So ancient Greece is an example of this. In about the fifth century BCE-- so we're talking about 2,500 years ago-- we have two rival multiverses. One is primarily spatial. This is the multiverse of the atomists. So we've got our World here, and then other worlds beyond it, ad infinitum. They just go on for infinity.

And then we had the stoics, who were their rivals. The stoics and the atomists really hated each other. They are two different schools, nobody talked to each other. And the stoics said, no, actually, it's not the case that there are many worlds in an infinite Universe. There's just one World. The World is the Universe. The World and the Universe are the same thing. There's just one.

But every once in a while, the sun bakes the Earth to such an extent that the Earth sets on fire, and the whole Earth is absolutely destroyed and reduced to almost nothing and just totally destroyed. But there's like a little bit of a moist principle, a little bit of a dry principle, and these two things interact, and they eventually create a whole new World. So that's this sort of cyclical idea. So exactly. I think the two basic models are the sort of spatial plurality on the one hand and the cyclical temporal plurality on the other hand.

MARCELO GLEISER: And then we move on to the modern versions of the multiverse. I mean, so here we are, apparently rediscovering some old knowledge here and dressing it with the language of modern science. So how do you position the modern ideas of multiverse in this historical/religious context?

MARY-JANE RUBENSTEIN: Yeah. That's a really good question, because of course, the Einsteinian notion, which was hearkening back to people like Cusa and Bruno, seemed, at least, to get displaced by the triumph of the Big Bang hypothesis in 1965. It seemed like what you had then was a Universe that actually began. It was not eternal, as Einstein had hoped, but that began somewhere. And so it was, in that sense, finite, at least temporally finite.

MARCELO GLEISER: It had a birthday.

MARY-JANE RUBENSTEIN: Yeah, exactly. And you know, Christian theologians were very excited about this because they were saying, that looks a lot like the story we've been telling. We've been telling this story about how there was nothing, and then there was a big flash of light, and then there was a whole bunch of stuff. That looks just like what we've been saying.

So these stories sort of toggle back and forth as we move on through the centuries. What goes on in the late 20th century is that the notion that there might be many Universes other than this one starts emerging from all kinds of different places in physics. In the late '60s, it starts coming out of quantum mechanics, with the Many Worlds interpretation of quantum mechanics. In the late '80s, it starts emerging out of a developing inflationary cosmology. In the early 2000s, it starts emerging out of developments in string theory.

So all of these different physicists are somehow colliding with multiverses. What's striking to me, though, is that the notion of multiple Universes was a really fringe idea and not taken very seriously until fairly recently. It seems like it's only about a decade that it's been a kind of respectable, possible scientific hypothesis.

And we can talk about why this may be the case, but part of the reason that the multiverse gets so much sort of sudden attention and suddenly looks like it might actually be viable, I think, is that it looks like it provides a good alternate interpretation for fine-tuning.

MARCELO GLEISER: What's that?

MARY-JANE RUBENSTEIN: So the idea is that the more physicists learn about the fundamental configuration of our Universe, the more it seems that if any of the constants of nature were any different than it is, we wouldn't be able to have a Universe at all. Specifically, not one filled with stars, that birth elements that give us planets, and that give us-- if gravity were any stronger, planets couldn't stay in orbit around the sun, they would sort of collapse into the sun. And we would all be being crushed under the force of gravity. So it seems like everything has to be just right in order to get the kind of World that we have.

MARCELO GLEISER: The Goldilocks Universe.

MARY-JANE RUBENSTEIN: Goldilocks principle. This one is just right, and I've got a Universe. So the question is, how did each of these constants-- the weak nuclear force, the strong nuclear force, gravity, the cosmological constant, the mass of the electron-- how did all of these get precisely to the value they need to be so that we could get the kind of Universe we have?

And strictly philosophically speaking, the easiest answer is, well, somebody must have done it. I guess somebody must have set each of these constants just right to give us this kind of Universe. What the multiverse does is it gives you an alternative explanation. It says, look, if Universes are being generated all the time, then those Universes could each try on different values. You could have a Universe with a whole lot of gravity, and a Universe with a whole lot of cosmological constants, and the ones that wouldn't support life just wouldn't work out. But every once in a while, a Universe will have the right combination of constants that it needs to give us a Universe filled with stars, and we seem to be in one of those Universes.

MARCELO GLEISER: So is that why this British astrophysicist Bernard Carr says, if you don't want a God, you better have a multiverse?

MARY-JANE RUBENSTEIN: I think that this is just what he means, that you can either explain the fine-tunings through something like an extra cosmic creator, or you can explain the fine-tunings through infinity and accident, which is what the multiverse gives us. So to answer your question about the historical legacy of ancient multiverse cosmologies, this is exactly what the atomists were up against 2,500 years ago, when they were saying there are an infinite number of worlds.

What they were trying to do was to displace what they called superstition, religion as superstition. The notion that our World was created for us by benevolent gods. They were worried about this idea. They thought that it caused people to act terribly, to make human sacrifices, to believe silly things. And so their whole effort was to displace that idea that there were creators by saying, no, no, no. There's not a creator, there are actually infinite worlds instead, and they're generated accidentally. So you get that same sort of philosophical problem resurrecting itself.

Physics says, OK, these are the constants. How do they work, and what can we do with them? And how do they make things go? How do they make things go this way, this way, all the rest of it.

But the question, "why are these constants the way they are?" seems to me to be a metaphysical question. The "why," I think, is a metaphysical question, which doesn't mean physicists ought not to be doing it, it's just that I think that is the point at which the only answers you can get to that "why" question seem like they are maybe on the borders, on the edges of what counts as physics. Those answers, whether it's God, whether it's a multiverse, whether it's something, are going to be extra-cosmic principles. And physics, by definition, works on intracosmic principles. So that seems-- I don't know if--

MARCELO GLEISER: No. I think that that's exactly right. In a sense, by asking these questions about the origins of the constants of nature, we're sort of trying to elevate physics into an explanatory theory that explains itself. And that's sort of a hardcore thing to do, and it's a very difficult thing to do.

I mean, I can see the temptation, because after all, the dream of physics is to explain as much as we can of the World. So in a sense, it's following that tradition. We want to know everything there is to know, right? But I think it's sort of stepping ahead of its own conceptual framework, in a sense that maybe physics is just not prepared to do it. And by creating these theories-- in particular, the multiverse theory, that has a whole debate about it where can you actually even test this theory in an observational way, to make sure the multiverse exists? And you can push things really hard to make some tests, which are like, if two Universes collided, you'd have some signature.

MARY-JANE RUBENSTEIN: What would you have.

MARCELO GLEISER: But honestly, those are very vague hypotheses. And more than that, they assume a whole lot of physics in order to create those collisions between Universes. It means that if this other Universe existed and it was expanding and collided with us, the physics there would have to be very close to the physics here, because we'd have to be using similar principles-- for example, the speed of light and other things. So it's kind of like it's an almost-like-us Universe.

MARY-JANE RUBENSTEIN: The problem for cosmology, I think, unlike any other science, is that it is irretrievably and inescapably inside the thing it's trying to study. Any other science can get outside the thing it's trying to study, and then look at it from the outside and say, oh, I understand. I can see it as a whole. The problem for cosmology, of course, is that we're inside the

thing that we're trying to understand, and so that our perspective is necessarily bound by that insidedness. Whether our telescopes are up on mountains, or even on satellites and balloons, wherever they are, we're still inside the Universe.

And so any kind of attempt to explain what it was that gave rise to our Universe, or whether there is something beyond it, whether there's some sort of extra-cosmic generating principle that gives rise to Universes, is going to require that we take the laws and the phenomena that we observe inside the Universe and project them outside the Universe and say, they must obtain there too. They must take place there too. They must also be at work there too.

So the multiverse, for example, would have to obey quantum field theory. Who knows, right? Who knows. But these are assumptions we make. And again, for somebody who studies religion, this is a move that theologians have done for millennia, to say, the deity or deities that gave rise to our World look, in some way, like us. They have traits that we are familiar with-- either they're conscious, or they're reproductive, or they're vegetal, or whatever they are. But they all require you to take something that we observe inside the Universe, and then ascribe it to the author of the Universe. And we just have no idea.

[MUSIC PLAYING]

## **Conversa com Mary-Jane Rubenstein: O Multiverso**

[MÚSICA TOCANDO]

MARCELO GLEISER: Hoje, estou muito feliz por ter comigo a professora Mary Jane Rubenstein da Universidade Wesleyan. Ela é uma especialista em muitas, muitas coisas. Mas hoje falaremos, em particular, sobre o multiverso sob uma perspectiva mais religiosa e histórica. OK. Mary-Jane, bem-vinda.

MARY-JANE RUBENSTEIN: Obrigada.

MARCELO GLEISER: Então, por que você não começa nos dando uma visão mais ampla sobre o significado do multiverso? MARY-JANE RUBENSTEIN:

Claro. Sim. Bem, creio que, de maneira geral, podemos utilizar o termo "multiverso" para a hipótese de que tudo que conseguimos ver, independentemente de nossa posição histórica, tudo o que conseguimos ver é apenas uma pequena parte de um imenso compêndio de um monte de outras coisas que conseguiríamos ver se estivéssemos naquele lugar, certo? Então você pode utilizar o multiverso como um termo ao longo da história para referir se à hipótese da existência de muitos, muitos mundos em outro lugar.

MARCELO GLEISER: E essa é uma ideia muito antiga, certo? Você tem uma noção, aproximada, de quando isso começou? MARY-JANE RUBENSTEIN: Sim.

Claro. Isso depende de para onde você direciona seu olhar, globalmente. A cosmologia hindu tem essa noção de que o mundo passa por ciclos periódicos de geração e degeneração e isso há milênios. Então você tem essa espécie de multiverso cíclico, onde o universo meio que se regenera de tempos em tempos.

A cosmologia budista também possui noções de um número infinito de mundos dispostos espacialmente. Às vezes, eles estão dispostos hierarquicamente, às vezes eles simplesmente estão lá no espaço, mais horizontalmente. E, aparentemente, esse tipo de cosmologia budista, a cosmologia Budista de vários mundos, dialogava com uma tendência da filosofia grega que teve início no século V ou VI A.C. e que é conhecida com atomismo. Aparentemente os antigos atomistas realmente dialogavam com antigos filósofos indianos, o que é muito interessante.

E esses antigos atomistas disseram que nosso mundo -- nosso "cosmos", que é a palavra em grego --, nosso mundo é apenas um de um número infinito de outros mundos. Alguns desses mundos são como o nosso, alguns são totalmente diferentes do nosso e eles são aleatoriamente formados através da colisão dos átomos.

MARCELO GLEISER: OK. Então, pelo que você está dizendo, há duas maneiras diferentes de pensar sobre o multiverso. Você tem um multiverso no tempo, que basicamente significa que um dos universos é como uma fênix: ele nasce, faz o que tem de fazer, morre, renasce e continua nisso eternamente, em um estilo meio universo cíclico. E você tem um outro, onde o multiverso é meio que espalhado pelo espaço. E essas duas noções aparentemente coexistiram no passado? MARY JANE RUBENSTEIN:

Exatamente. A Grécia antiga é um exemplo disso. Por volta do século V A.C. -- estamos falando de cerca de 2.500 anos atrás -- havia dois multiversos rivais. Um é primariamente espacial. Esse é o multiverso dos atomistas. Então, nós temos nosso mundo aqui e outros mundos além dele, ad infinitum. Eles continuam infinitamente.

E temos também os estoicos, que eram seus rivais. Os estoicos e os atomistas se odiavam de verdade. São duas escolas diferentes, eles não dialogavam entre si. E os estoicos disseram, não, na verdade não há vários mundos em um universo infinito. Só há um mundo. O mundo é o universo. O mundo e o universo são a mesma coisa. Há uma unidade.

Mas, de tempos em tempos, o sol esquenta tanto a Terra que ela acaba pegando fogo, sendo completamente destruída, reduzida a quase nada. Totalmente destruída. Mas se há um pouquinho, uma base de umidade, uma base árida e essas duas coisas interagirem, eventualmente criarão um novo mundo. É uma noção meio cíclica. Então é isso. Acho que os dois modelos básicos são, de um lado a pluralidade espacial e, do outro, a pluralidade temporal cíclica.

MARCELO GLEISER: Passemos então para as versões modernas do multiverso. Quer dizer, aqui estamos, aparentemente redescobrimo um conhecimento antigo e disfarçando o com a linguagem da ciência moderna. Então como você posiciona as ideias modernas de multiverso nesse contexto histórico/religioso? MARY-JANE RUBENSTEIN: Sim.

Essa é uma excelente pergunta, porque, claro, a noção einsteniana, que remete a pessoas como Cusa e Bruno, parecia ter sido abandonada pelo triunfo da teoria do Big Bang em 1965. Aparentemente você tinha um universo com um início. Ele não era eterno, como Einstein esperava, mas tinha começado em algum lugar. E por isso era, pelo menos nesse sentido, finito. Pelo menos temporariamente. MARCELO GLEISER: Ele

tinha um aniversário.

MARY JANE RUBENSTEIN: Sim, exatamente. E, sabe, teólogos cristãos ficaram muito animados com isso, porque diziam: isso parece muito com o que falávamos. Falávamos sobre como não havia nada, então, depois de um grande clarão de luz, havia um monte de coisas. Isso parece muito com o que falávamos.

Então essas histórias meio que se alternam quando avançamos pelos séculos. O que acontece no fim do século XX é que a noção de que pode haver mais universos do que o nosso começa a emergir de diversos lugares diferentes na Física. No fim dos anos 60, começa a aparecer em mecânica quântica, com a interpretação de vários mundos da mecânica quântica. No fim dos anos 80, começa a emergir do desenvolvimento de uma cosmologia inflacionária. No começo dos anos 2000, começa a emergir dos avanços na teoria das cordas.

Então todos esses físicos diferentes estão, de alguma maneira, colidindo com multiversos. Porém, o que me impressiona é que a noção de múltiplos universos era uma ideia marginalizada, que não era levada a sério até recentemente. Há cerca de uma década que ela se tornou uma hipótese científica respeitável e possível.

E podemos falar sobre o porquê disso, mas parte da razão pela qual o multiverso passou a receber, subitamente, tanta atenção e tornar se aparentemente viável, creio, é porque permite uma boa interpretação alternativa para a sintonia fina. MARCELO

GLEISER: O que é isso?

MARY JANE RUBENSTEIN: Então, a ideia é que quanto mais os físicos aprendem sobre a configuração fundamental do nosso universo, mais parece que, se qualquer uma das constantes da natureza não fosse como ela é, não teríamos universo nenhum. Especificamente, não um com estrelas, que originam os elementos que nos dão planetas e que nos dão -- se a gravidade fosse um pouco mais forte, os planetas não poderiam orbitar ao redor do Sol, eles meio que cairiam na direção do Sol. E todos seríamos esmagados pela força da gravidade. Aparentemente, tudo tem de ser da maneira adequada para termos o tipo de mundo que temos. MARCELO

GLEISER: O Universo de Goldilocks.

MARY JANE RUBENSTEIN: O princípio de Goldilocks. Esse é o adequado e por isso tenho um universo. A pergunta é, como cada uma dessas constantes -- a força nuclear fraca, a força nuclear forte, a gravidade a constante cosmológica, a massa do elétron --, como cada uma delas chegou ao valor exato necessário para que possamos ter o universo que temos?

E, falando apenas filosoficamente, a resposta mais simples é que, bem, alguém deve ter feito isso. Acho que alguém deve ter definido cada uma dessas constantes da maneira adequada para nos proporcionar esse tipo de universo. O multiverso acaba dando uma explicação alternativa. Ele afirma: olha, se os universos estão sendo formados o tempo todo, então esses universos poderiam, cada um deles, experimentar valores diferentes. Você poderia ter um universo com muita gravidade e um universo com muitas constantes cosmológicas e aqueles sem suporte à vida simplesmente não se desenvolveriam. Mas, de tempos em tempos, um universo apresentará a combinação certa de constantes necessárias para nos dar um universo com estrelas e, aparentemente, nós estamos em um desses universos.

MARCELO GLEISER: Então é por isso que o astrofísico britânico Bernard Carr dizia: se você não quer um Deus, é melhor ter um multiverso? MARY JANE RUBENSTEIN: Creio que essa

era a intenção dele mesmo, que ou você pode explicar a sintonia fina através de algo como um criador cósmico, ou pode explicar as sintonias finas através da infinidade e acidentes, que é o que o multiverso nos dá. Então, respondendo à sua pergunta sobre o legado histórico de cosmologias antigas do multiverso, isso é exatamente contra o que os atomistas se posicionaram, há 2.500 anos, quando eles afirmaram haver um número infinito de mundos.

O que eles estavam tentando fazer é afastar o que chamavam de "superstício", a religião como superstição. A noção de que nosso mundo foi criado, para nós, por deuses benevolentes. Eles estavam preocupados com essa ideia. Eles achavam que isso fazia com que as pessoas agissem de maneira terrível, fazendo sacrifícios humanos, acreditando em tolices. Por isso o esforço deles era para afastar essa ideia de que havia criadores afirmando: não, não, não. Não há um criador. Em vez disso, há infinitos mundos e eles são formados acidentalmente. Você acaba como o mesmo tipo de problema filosófico fomentando o seu ressurgimento.

Os físicos dizem: OK, essas são as constantes. Como elas funcionam e o que podemos fazer com elas? E como elas fazem as coisas acontecer? Como fazem as coisas acontecer desse jeito, de outro jeito e tudo mais.

Mas a pergunta, por que essas constantes são desse modo? Isso parece ser algo mais metafísico. O "porquê", creio, é algo metafísico, o que não significa que os físicos não devam tratar disso, apenas acho que a única resposta que você pode chegar para essa questão, me parece que fica além, à margem do que é considerado Física. Essas respostas, quer seja Deus, quer seja um multiverso, quer seja outra coisa, serão princípios extracósmicos. E físicos, por definição, trabalham com princípios intracósmicos. Então isso parece -- eu não sei se -- MARCELO GLEISER:

Não. Acho que é isso mesmo. De certa maneira, ao fazer essas perguntas sobre as origens das constantes da natureza, meio que estamos tentando elevar a Física a uma teoria explicativa que se explica por si só. E isso é algo bem sério e também muito difícil de fazer.

Quer dizer, eu consigo enxergar a tentação, porque, no fim das contas, o sonho dos físicos é explicar ao máximo o mundo. Então, de um modo, é seguir essa tradição. Queremos saber tudo que há para saber, certo? Mas creio que isso excede sua estrutura conceitual, de modo que talvez

a Física não esteja preparada para isso. E criando essas teorias -- em particular a teoria do multiverso, acaba gerando um debate sobre isso, sobre se é possível testar essa teoria de um modo empírico, para garantir a existência do multiverso? E você pode realmente forçar as coisas para realizar alguns testes, que são, tipo, se dois universos colidirem, isso deixaria uma assinatura.

MARY JANE RUBENSTEIN: O que você

teria? MARCELO GLEISER: Mas, honestamente, essas são hipóteses muito vagas. E, mais do que isso, há muita suposição física para criar essas colisões entre universos. Significa que se outro universo existisse, expandisse e colidisse conosco, a Física de lá teria de ser muito próxima à Física daqui, porque teríamos de utilizar princípios similares -- por exemplo, a velocidade da luz e outras coisas. Então é meio como se fosse um universo quase igual ao nosso.

MARY JANE RUBENSTEIN: O problema para a cosmologia, creio, ao contrário de qualquer outra ciência, é que ela está, irremediavelmente e inevitavelmente, dentro da coisa que está tentando estudar. Qualquer outra ciência pode sair da coisa que está tentando estudar e, após observar de fora, dizer: ah, eu compreendo. Eu posso ver isso como um todo. O problema para a cosmologia, óbvio, é que estamos dentro da coisa que estamos tentando compreender e por isso nossa perspectiva é, necessariamente, limitada por esse vínculo. Estejam nossos telescópios no alto de montanhas, ou até mesmo em satélites e balões, onde quer que estejam, ainda estamos dentro do universo.

Por isso, qualquer tentativa de explicar o que deu origem ao nosso universo ou se há algo além dele, se há algum tipo de princípio gerador extracósmico que criou o universo, vai exigir que as leis e fenômenos observados dentro do universo sejam projetadas para fora do universo, para afirmarmos: eles devem existir lá também. Eles devem ocorrer lá também. Eles também devem funcionar lá.

Então o multiverso, por exemplo, teria de obedecer a teoria quântica de campos. Vai saber, certo? Vai saber. Mas essas são suposições que fazemos. E, mais uma vez, para alguém que estuda religião, isso é algo que os teólogos fazem há milênios, dizer que a divindade, ou divindades, responsável pela criação do nosso mundo parece, de alguma maneira, conosco. Possui traços com os quais somos familiares -- seja ele consciente, reprodutor, vegetal ou o que que seja. Mas isso requer que você pegue algo que observamos dentro do universo e atribua isso ao criador do universo. E nós não temos ideia.

[MÚSICA TOCANDO]