



Biologia In Situ Podcast

BIO NA PRÁTICA 003 – EVOLUÇÃO E PANDEMIAS – COM FABRÍCIO SANTOS

[carro buzina] sirene toca] [som sintético cortante]	
Cafeína	Você está ouvindo Biologia In Situ podcast! Porque todas as estradas levam à Biologia!
[queda d'água] [pássaro canta] [vento] [trilha sonora de fundo]	
Ricardo	Olá, Bio-ouvinte! Bem-vinda a mais um Bio na Prática, o nosso programa de conversas com pessoas que fazem a Biologia! E no programa de hoje nós recebemos ele que é biólogo geneticista, com doutorado em bioquímica e imunologia pela Universidade Federal de Minas Gerais, também com dois pós-doutorados um na National Geographic Society, nos Estados Unidos, e outro em Oxford, no Reino. Atualmente ele é professor titular da UFMG onde ele se formou. Hoje, aqui na nossa casa, está Fabrício Santos. Bem-vindo, Fabrício! Pode entrar a casa é sua.
Fabrício	Bom dia, Ricardo! Obrigado pela apresentação! É, eu tenho interesse muito grande na parte de divulgação científica que eu acho que nós estamos no momento e a gente precisa da sociedade compreender um pouco mais da Ciência, né? Ciência não é a panaceia universal, né? Porque Ciência, na verdade, é feita por cientistas que tem as suas limitações, né? Mas é um único método da gente aproximar da realidade. A Ciência não escapa da verdade, né? Essa é a busca eterna da Ciência.





Biologia In Situ Podcast

Ricardo	Sim, sim. Fabrício, eu fiz uma apresentação muito breve e acadêmica sua. Nas suas próprias palavras, quem é você na Biosfera?
Fabrício	Bem, eu sou o Fabrício Santos nascido no interior de Minas. Sempre tive uma conexão muito grande com a natureza e o que me moveu para Biologia foi trabalhar com a genética, né. Genética que significa origem, busca das origens de todas as espécies. Em busca daquilo que realmente é codificado na forma do DNA, né. E que é expresso nos organismos e então, na espécie humana. Como é que nós somos assim? Porque nós temos uma base genética que a gente recebeu dos nossos ancestrais aí. Não é só de pais, avós, a gente está falando aí de milhares, milhões de gerações desse passado aí da evolução biológica. Então, essa é mais ou menos a minha raiz, né. De como eu busquei a biologia e aí eu fiz a biologia na UFMG, depois como você falou doutorado, pós-doutorado, sempre tentando entender, né, as explicações científicas, né, da razão de alguns fenômenos biológicos, né. Então, a gente entende muito da biologia justamente porque a gente vai direto nas causas genéticas dos processos, então, isso que é parte da investigação que eu oriento nos meus alunos desde 1998 na área de genética humana e genética animal, né, de parte de conservação, história humana, então essa é a busca que a gente tem do ponto de vista científico.
Ricardo	Sim. E, Fabrício, na UFMG você dá aula de quê?
Fabrício	Eu sou professor de algumas disciplinas na graduação e pós-graduação. Então, na graduação eu dou aula de Biologia da Conservação, por exemplo, as bases genéticas da conservação. Como é que a gente entende a genética dos organismos que pode ser utilizada para contar a história natural deles? Como é que as populações se conectam? Como é que os impactos dos humanos afetam essa conexão e leva a extinção das espécies? Como essas espécies conectadas elas perdem a conexão os ecossistemas morrem, né. Porque as pessoas acham que a gente está preocupada e com dó do bicho, dó da árvore. Não. A gente está preocupado com a espécie humana. Que espécie humana depende dos ecossistemas, que dão a água, que dão o ar puro, que dão toda essa qualidade de vida, né. O que é queimada? É uma perda de qualidade de vida. É uma quebra da dinâmica dos ecossistemas, né, por exemplo. Então, a gente tenta





Biologia In Situ Podcast

	<p>entender essas conexões do ponto de vista genético, então isso é biologia da conservação, mas eu também dou aula de evolução humana, né, as conexões entre as populações que moldaram as populações de hoje. Como é que a gente herdou essas características do passado de populações que antes de 1500, por exemplo, estavam separados nos continentes? Os indígenas americanos aqui estavam isolados por 14 mil anos, né. As populações da Austrália estavam isoladas, lá por 30, 40 mil anos, né. E de repente com as navegações todos os povos começaram a se conectar dando esse atual quadro de globalização que a gente vê, né. De conexão de populações que antes estavam relativamente isoladas aí em cada um dos seus continentes, então, é o que a gente está caminhando em uma sociedade cosmopolita, né. E tem toda uma genética dos ancestrais aí que explica toda essa mistura, toda essa reorganização, né, por causa dessa nova revolução cultural que está passando a modernidade, que é a globalização.</p>
Ricardo	<p>Perfeito. Isso tem tudo a ver com o papo que a gente vai ter hoje que é sobre evolução e pandemia. Fabrício, para gente começar basicamente a falar sobre esse assunto. Como que surge um vírus? Como o coronavírus agora que infecta nossa espécie? Como que surge um ser desse contra o qual a gente não tem imunidade?</p>
Fabrício	<p>Ele não surge do nada, né? A gente fala surge é simplesmente uns variantes do vírus, né, que eles, com adaptações, que a gente fala que são modificações nas proteínas deles, eles conseguem reconhecer a célula humana e com isso infectar a célula humana. Isso está sempre acontecendo, então esses coronavírus da mesma forma que outros vírus, né, que são as zoonoses eles ocorrem em várias espécies animais, né. Então, em cada espécie animal eles vão se adaptando, né, e vão colonizando morcego e uma outra espécie de morcego, espécie de pangolim, espécie de tatu, espécie de macaco, né. E espécie humana, tá? Esse é um processo que continuamente está ocorrendo muitas vezes ele consegue infectar humano, mata humano, mas não consegue contagiar. Quer dizer ele não consegue e não tem adaptações no vírus, né, que permite ele passar de humano para humano. Então, ele chega naquele humano, mata o humano, às vezes com alta letalidade, por exemplo, em janeiro desse ano em São Paulo, né, um tipo de vírus que chama arenavírus, né. Um rapaz levou uma mordida de um rato, esse arenavírus conseguiu infectar essa pessoa, né. E essa pessoa morreu. Foi terrível a morte dele, mas conseguiram</p>





Biologia In Situ Podcast

isolar o vírus e mostrar que é o arenavírus. Isso foi em condições de alta biossegurança. Quer dizer em laboratório que não permite escapar esse vírus. Que isso é muito problemático, né? E aí demonstraram que ele foi morto por um arenavírus que existe nas populações silvestres de algumas espécies de ratos, não todas, só em algumas, tá? Então isso está sempre acontecendo, né. Em alguns casos como aconteceu no caso do coronavírus foi pela sétima vez registrado, tá? Não é a primeira se adapta, né? Desses sete casos, três coronaviruses foram muito problemáticas, tá? Teve outras quatro que causaram doença de intestino, umas doenças respiratórias muito fraquinhas que ninguém nunca se preocupou, mas elas existem por aí, a gente não fala delas, tá? Porque elas são resfriadinho qualquer. Realmente, né. Mas essas três, né. A primeira lá em 2002 na China que é um outro tipo de coronavírus o SARS-CoV-1, tá? Que se adaptou no sul da China uma região bem mais pro sul que eles encontraram uma doença que chama é... Uma doença respiratória, né, que a SARS e esse SARS, né, de alta letalidade, mais de 8%, 9%, muito mais do que o coronavírus atual, né? Só que a taxa de contágio dele é um pouco menor e eles conseguiram controlar simplesmente com quarentena. A quarentena bem-feita eliminou o vírus. Ele passou para uns poucos países, né. Mas todo mundo já sabia como cuidar do vírus e ele era extremamente letal, né. Era cinco vezes mais letal que o vírus de hoje e depois, em 2012, apareceu um outro que esse primeiro era também de morcego, esse segundo que é do Oriente Médio que a gente chama de MERS que é um outro coronavírus. Ele tem uma letalidade de 34% e ele apareceu ali no Oriente Médio tudo indica que vindo de populações de camêlo, né. Então, as pessoas estão em contato direto com os camêlos porque eles são domésticos ali né e esses camêlos com esses vírus passaram pros humanos né, que se adaptou aos humanos e conseguiu infectar de humano pra humano, né. Por sorte também a quarentena conteve o MERS em 2012 ali e ficou mais restrito na região da Arábia Saudita. Quando teve alguns indivíduos nos Estados Unidos foram pessoas que voaram das Arábias pra lá e eles fizeram quarentena e contiveram a doença porque ele também não é tão contagioso quanto o Sars-CoV-2 que é o coronavírus atual né, que tudo indica que era, é, foi um contágio a partir de carne. Então pessoas que caçavam ilegalmente aí morcegos e pangolins né, então tem uma dúvida se é de morcego ou é de pangolim, que é um animal que tem lá na China, na Ásia de maneira geral né, e esses pangolins são muito caçados, por exemplo, tá. E ele é vendido inclusive no mercado central de Wuhan né, uma cidade de doze milhões de habitantes. Aí o que que acontece: um punhado de gente exposta a carne desses animais numa cidade urbana, numa





Biologia In Situ Podcast

metrópole enorme né, então, a chance de ter um variante ali com esse tanto de gente exposto é muito maior. Então, quando você tem comunidades assim, populações tão grandes né, submetidas a uma quantidade enorme de vírus, nesse caso de tipos de coronavírus porque muita gente comia carne de animal silvestre e manipulava principalmente né a carne, porque o cozimento geralmente mata os coronavírus mas a manipulação da carne né, pra cozinhar, pra cortar, pra fazer qualquer coisa, obviamente, isso é contato direto né, isso aumenta a exposição, então essas chances aumentaram. Um número enorme de gente, o país mais povoado do planeta né, com as maiores metrópoles do planeta na média né, lá tem vários núcleos com mais de dez milhões de habitantes. Então, um país aí com um bilhão e trezentos, quatrocentos milhões de habitantes é muita coisa né. Então essas exposições né, propiciam o aparecimento né, de vírus adaptados né, coronavírus, nesse caso, aos humanos, da mesma forma que tá aí o vírus da influenza que causa gripe né, ele é uma zoonose também. Normalmente, as gripes estão aí nas espécies humanas mas quando aparece uma grave, é geralmente uma que, por exemplo do H1N1 em 2009, de criação de porcos lá na Califórnia, nos Estados Unidos, passou pros humanos ali né, e virou uma pandemia mundial que matou mais de duzentas mil pessoas só no primeiro ano, tá. Essa pandemia né justamente por causa do contato íntimo dos homens com os porcos né, e vendendo carne de porco né, e acabou infectando, aí teve um surto, depois uma epidemia e virou uma pandemia mundial. Então, isso ocorre, ocorreu inúmeras vezes e vai continuar ocorrendo quanto mais o contato, é desse, da natureza principalmente com essa destruição toda, tá. E isso são as pandemias que eu tô falando de contágio direto de homem pra humano. E tem as outras pandemias de zoonoses que dependem de vetores, dependem de mosquitos, e aí tem o outro problema da destruição do meio ambiente que aumenta também o número de mosquitos contagiados né, infecciosos aí, que tem os vírus que podem passar pras outras pessoas, então isso aí são os outros tipos de doenças, do tipo Febre Amarela, Dengue, Zika, né. Todas elas são zoonoses, elas existem também nos animais e circularam entre animais e homem, homens, e essa circulação pode inclusive aumentar a letalidade desses vírus. Então, isso é uma vigilância constante que a gente tem, precisa de muita ciência pra tá acompanhando isso na natureza e entre as populações humanas.

Ricardo

Então se eu entendi bem, a manipulação da carne de animais é um fator que pode fazer com que zoonoses passem para os humanos, e





Biologia In Situ Podcast

	daí elas adaptadas. Se forem adaptadas, podem passar de um humano pro outro. Nesse sentido a caça, o combate a caça ilegal seria uma medida contra o surgimento de novas pandemias?
Fabrizio	<p>Ué, claro! Olha só o caso da AIDS. A AIDS né, mapearam todo o estudo né, foi essa pandemia mundial aí que assola muitas pessoas e até hoje a gente não tem uma vacina contra a AIDS né. Ela apareceu ai no século XX, primeiro em comunidades indígenas, aí africanas, que vivem de caça e especificamente uma comunidade ali no Congo que caçava chimpanzés e, chimpanzé, carne de chimpanzé era a carne mais saborosa pra eles né, e justamente o chimpanzé tem uma AIDS própria que é causada pelo vírus SIV. Esse vírus SIV em contato com humanos né, alguns variantes dele adaptados viraram o vírus HIV e esse HIV que é o <i>Human Immunodeficiency Virus</i> né, que causa Imunodeficiência que é a AIDS né virou essa pandemia mundial aí desde os anos 80 né, e justamente por causa da manipulação de carne de caça de chimpanzés, né. Então, isso é algo que acontece né, a ciência já fala isso não é de agora, fala isso a 50, 60 anos tá. Só que com a genética a gente conseguiu demonstrar de forma definitiva a origem dos vírus. Como eu falei, a genética significa origem né, a palavra genética, gêneses né, a origem das coisas tá. Então, a gente trabalha e consegue confirmar epidemiologicamente, que epidemiologia genética ela traça, né, a rota de origem e dispersão dos vírus, por isso a gente fala que o vírus tem uma origem na China, que o vírus dispersou na China, foi pra Europa e que na Europa outros variantes do vírus mais letais ainda evoluíram e da Europa chegaram no Brasil, tá. Então, a gente consegue entender epidemiologicamente como cada uma dessas doenças, AIDS, Febre Amarela, Dengue, Zika, a gripe né, como é que elas se originam, como é que elas se espalham, como é que elas viram pandemias, né. Então, esse tipo de estudo é que fala né, a gente tem que tomar muito cuidado né, tem inúmeras outras viroses na natureza, falei do arenavírus, esse vírus ai que matou o cidadão lá em São Paulo. Imagina se esse variante tivesse adaptações que permitem contagiar outros humanos facilmente como o coronavírus tem, seria extremamente letal. Então, ciência não é certeza, a gente trabalha com probabilidade. A gente ta falando da probabilidade enorme de aparecer mais e mais pandemias justamente por causa desse contato com a natureza de forma escura, de forma deletéria né, e principalmente com caça, com mineração, com garimpos por exemplo, que aumenta muito a multiplicação de mosquitos. Então, nessas doenças como febre amarela, malária, que não é um vírus mas que também aumenta a taxa de contágio, é uma zoonose provocada</p>





Biologia In Situ Podcast

	<p>por um protozoário. Então, a gente tem inúmeras possibilidades né, e isso tá acontecendo né, existem inúmeros artigos científicos fazendo levantamento de todas essas viroses, outras doenças bacterianas ou causadas por protozoários justamente associadas com a entrada da natureza sem seguir essas ideias né, sem seguir esses princípios científicos de impedir né, o contato direto com esses organismos.</p>
Ricardo	<p>Você falou que o vírus pode entrar em contato com o ser humano e não ser adaptado o suficiente pra ser passado adiante pra outro ser humano, pra ter um contato horizontal, ter uma transmissão horizontal. É, como se dá isso? O que o vírus precisa pra ter essa adaptação de passar de um humano pra outro?</p>
Fabício	<p>Ó, é, todo vírus ele precisa de entrar na célula. O vírus funciona como um robzinho genético, vamos falar assim. Ele é uma partícula que tem uma membrana, que tem um capsídeo ali tá, e dentro dele tem um material genético. E o que que o vírus faz? Ele tem que, essa partícula entra em contato com a membrana da célula qualquer, do hospedeiro dele né, entra lá dentro e toma conta da célula. Transforma a célula numa máquina de produção de novas partículas do vírus. Fazem bilhões de partículas em uma célula né, uma coisa tremenda que o vírus faz. Ele toma conta dessa célula. Então, como é que ele funciona? Ele tá sempre se adaptando a novas espécies. E tem por exemplo, tem o tatu-galinha, então tem os vírus de tatu-galinha, então eles são adaptados ao tatu-galinha porque eles reconhecem a célula do tatu-galinha, entram dentro dela, multiplicam e passam pra outros tatus-galinha. Mas aí os variantes desse tatu-galinha passam prum outro tatu que é o tatu-canastra, por exemplo, que é uma outra espécie de tatu. Então ele tem que reconhecer as células, então os variantes desse tatu passa pra outro. E pra reconhecer humano, as pessoas que comem tatu por exemplo, tão expostas a vários vírus de tatu, então, muito expostos. Por sorte, não existe ali naquele tatu, naquela carne de tatu, vírus que conseguem entrar dentro das células nossas humanas. A gente tá o tempo inteiro, existem também vírus nas carnes de vaca. O tempo inteiro existe, tá? Só que esses vírus normalmente eles não causam doença séria nem nada disso, nem estão adaptados a espécie humana. Por isso que tem aí a vigilância sanitária e que tá o tempo inteiro trabalhando aí com viroses. Então eles, às vezes, fecham abatedouros porque, e fazendas justamente porque essas fazendas não estão fazendo o controle sanitário de doenças. Justamente por isso também, pra evitar que esse contato de humanos com novos tipos de vírus ou</p>





Biologia In Situ Podcast

bactérias ou qualquer outro tipo de agente infeccioso que apareça no meio daquela população enorme que são bilhões e trilhões de indivíduos de bactérias ou de vírus, e tenha, basta ter um que tenha o variante ali que reconheça as proteínas da membrana da célula humana e consiga entrar e entrando na célula humana, pode ocorrer uma nova doença e aí vai ser uma doença humana, porque esse novo agente infeccioso vai tá adaptado a humano. Se chama *spillover*, esse é um termo em inglês que mostra inúmeras situações, inúmeras situações de vírus, de bactéria, de protozoário que esses organismos, por causa da exposição ao contato com humanos, aparece um variante que é capaz de aproveitar essa nova oportunidade. E a espécie humana é uma oportunidade única, porque me diga aí se você exclui aí formigas e outros grupos, qual espécie que tem tantos indivíduos quanto a nossa de vertebrados? A gente... Somos inúmeros, somos quase oito bilhões de pessoas, então é oportunidade única ter tantos hospedeiros possíveis. Então, isso é uma consequência também da superpopulação humana, e isso é o que a gente chama de seleção natural, oportunidade né, é o que a gente chama de um nicho disponível pra essas populações de vírus, de bactérias e um se adaptando aqui vai se dar muito bem como está se dando bem o coronavírus, porque do ponto de vista evolutivo ele tá ótimo, pra ele, para a nossa espécie é terrível. E é assim a natureza. Se tem oportunidade, então a gente tem que evitar essas oportunidades de contato humano com os vírus, com as bactérias e com protozoários e outros organismos infecciosos patogênicos. Essa é a nossa luta constante e isso ocorreu inúmeras vezes, essa pandemia aqui ela não matou ainda, por exemplo, o que matou a pandemia de 1917/1918, que era a gripe espanhola, que matou mais de cinquenta milhões de pessoas no mundo inteiro. E isso ocorreu antes e vai acontecer de novo e não adianta achar que a ciência vai salvar assim rapidamente, veja a dificuldade de fazer uma vacina. Antes uma vacina que foi feita mais rapidamente levou quatro anos pra ser feita. A gente tem aí pouco menos de um ano de pandemia, se você contar lá novembro de 2019 quando eles tiveram o primeiro caso registrado lá na China. Imagina, agora a gente tá tendo que trabalhar, muita gente tá trabalhando mais de 12 horas por dia indo atrás de uma vacina ou de uma cura eficaz, a gente tem alguns remédios que permitem aí uma diminuição da taxa de mortalidade em casos graves, mas a gente não tem nenhuma droga realmente eficiente pra aplicar na saúde pública, por exemplo, contra essa coronavirose. Então é uma situação dramática né, e a ciência já tá aí toda pronta, demonstrando como a gente pode evitar novas pandemias, novos surtos, novas epidemias. Uma vigilância constante, tem que colocar muito dinheiro pra gente prever esse tipo de





Biologia In Situ Podcast

problema né, que é o que aconteceu, por exemplo, lá na China. A China, os cientistas de lá tão falando pro governo chinês a anos, desde daquela coronavirose em 2002, que foi muito mais letal do que essa, mas felizmente não era tão contagiosa. Tem até um artigo de 2007 e outro de 2017 falando dos estudos em animais na China, falando "ó, tem que fazer uma vigilância completa disso aqui, tem que proibir a caça completamente.", imagine. E aqui no Brasil tão querendo liberar a caça, ta fazendo igualzinho ao que a China fez. A China agora é que proibiu a caça, depois dos cientistas lá mostrando de inúmeras maneiras que a caça poderia liberar oportunidades para o aparecimento de mais novos coronavirus. E isso não é só na China não, isso é no mundo inteiro, no Brasil, na Amazônia, aqui na Mata Atlântica, esse caso do arenavírus, porque é um punhado de gente morrendo aí no interior da Amazônia e em outros lugares que a gente não tem a mínima ideia do que eles morreram provavelmente são vírus, bactérias, onde ali estão circulando no meio silvestre. E a gente tem que conhecer isso antes que vire um surto, uma epidemia, uma pandemia.

Ricardo

Agora, o nosso corpo ele tem o sistema de defesa, o sistema imune. Por que esse nosso sistema imune não tá sendo suficiente ou não ta sendo eficiente na luta contra esse vírus?

Fabício

Bem, os vírus, de maneira geral, eles têm várias características que dificultam a resposta imune. Veja aí o caso da dengue. Nosso vírus também, o vírus da dengue também ele tá muito bem, o sistema imune não consegue ter uma resposta muito grande contra ele, da gripe é a mesma coisa. Então, tem muita gente ainda que morre por dengue, febre amarela então que a mortalidade é grande, é mais de 20% de mortalidade da febre amarela. Então, a gente tem um sistema imune que nos protege diariamente de bilhões de variedades de vírus inclusive muitos vírus que poderiam nos matar se ele não agisse. É porque a gente não vê e está acontecendo o tempo inteiro. E o que a gente tá querendo fazer com a vacina é justamente uma forma de aumentar a resposta imune, porque a vacina nada mais é que isso, é propiciar o sistema imune reconhecer especificamente o coronavirus que causa essa doença que é a COVID-19. Então, várias doenças são isso, a caxumba é assim, o sarampo é assim, então pessoas agora tendo sarampo que não foram vacinadas. Por quê? Porque o sistema imune não consegue responder se não tiver um estímulo que é a vacina. Então, infelizmente, a gente tem que contar com mais ciência e produção de vacinas e isso não é só pra coronavirus, tem várias outras





Biologia In Situ Podcast

viroses por aí que não têm vacina e que a gente precisa de vacina. Então isso precisa de muita pesquisa e por isso que tem hoje sendo testadas dezenas de vacinas contra o coronavírus porque não dá pra garantir exatamente qual dela que vai ser realmente eficiente, qual delas que realmente a gente vai distribuir no mundo inteiro e provavelmente a gente vai precisar de duas ou três diferentes, porque o vírus pode variar também, o vírus evolui, a gente fala. Ele tá o tempo inteiro acumulando diferenças, tanto que a cepa europeia, que é a principal que chegou no Brasil, principalmente da Itália, ela é mais letal que as cepas originais lá da China. Porque o vírus evolui, o vírus, ele tá contagiando, quanto mais pessoas no mundo, por isso a gente tinha que fazer quarentena também. Porque quanto menos pessoas contagiadas, infectadas, menos a chance de aparecer mais variantes mais letais ainda ou mais contagiosos ainda. Então essa é uma questão de saúde pública que a ciência conhece muito bem e infelizmente os governos não entendem a importância da quarentena, a importância do isolamento nisso, porque existe ainda uma chance de aparecerem coronavírus ainda mais perigosos

Ricardo

Então, a vacina vai ser uma ajuda ou um estimulante pro nosso sistema imune. Agora, a vacina, mesmo quando a gente tem essa opção pra alguma doença, pra alguma virose, ela tem que ser sempre adaptada né? A própria vacina de gripe que a gente tem todo ano no calendário de vacinas do governo, ela tem que ser estudado quais variantes do vírus da gripe tá mais ativo, em quais regiões do país pra vacina ser diferente. Por que que a gente tem que mudar tanto a vacina assim?

Fabício

Bem, o vírus influenza é o vírus que causa a gripe. O vírus influenza, ele é muito mais, ele evolui muito mais rápido ainda do que o coronavírus. O vírus influenza tem essa capacidade enorme de cada pessoa tem bilhões a trilhões, cada pessoa infectada com influenza que tem a gripe, ele vai produzir bilhões de partículas. E cada partícula é produto de uma replicação do DNA porque cada partícula do vírus tem a sua moléculazinha de material genético ali. E quando produz ele, muitas vezes, tem uma mutação, têm variantes nele. Então isso faz com que tenha uma variabilidade genética tão grande no vírus influenza, que existem variantes do vírus que escapam da proteção da vacina atual. Então, o que que faz? É o estudo da epidemiologia. A epidemiologia usa muita genética pra tentar descobrir quais os surtos de epidemia ou epidemias que estão ocorrendo aqui nesse ano, por exemplo, em 2020, que no ano de 2021 poderão virar uma pandemia mundial. Então, o





Biologia In Situ Podcast

tempo inteiro, os sistemas de saúde no mundo inteiro estão pegando, isolando vírus, os pesquisadores, isolando os vírus ali na América Central, nos Estados Unidos, no Canadá, no Brasil, na China, na Índia. E eles analisam a probabilidade deste contágio desses vírus que a gente consegue quantificar isso geneticamente também, a taxa de contágio dele, e eles vão ser isolados, geralmente leva pra França se eu não me engano, e na França, acho que é o Instituto Pasteur que é o principal responsável pela vacina do vírus da gripe no mundo inteiro. Eles pegam esses vírus e produzem a vacina com essas novas cepas de vírus que vai ser disponibilizada antes do inverno no hemisfério norte e o inverno no hemisfério sul, que é aqui no Brasil o calendário de vacinação da gripe é aqui entre Abril e Maio, justamente com as novas variedades de vírus que podem se tornar epidemias sérias que foram coletadas no ano anterior. É sempre assim, é um processo dinâmico. Então isso é um caso específico do vírus da gripe, o influenza. A gente espera que o coronavírus não seja assim, mas a gente não pode dizer porque é muito novo ainda. Tudo indica que ele é, ele evolui rápido mas não tão rápido quanto o vírus da gripe, o influenza. Mas como a gente pode prever isso? É justamente contendo a disseminação do vírus. Então, abrindo as escolas a gente não tá contendo, é um risco que a gente tá correndo. A gente tá falando de uma possibilidade de um vírus ser altamente infeccioso, altamente, ele reproduz muito mais e evoluir mais rápido produzindo novas variantes. Se ele virar algo parecido com o vírus influenza, de ter escapado do sistema imune, que aparece aí uma nova vacina e a gente vê que ela é altamente eficiente, ela é eficiente com essas cepas que tem aí, mas vai que apareça uma outra variedade de coronavírus que escape da vacina. Aí a gente vai ter que fazer uma nova vacina pra esse novo tipo de coronavírus, mas isso é do ponto de vista teórico. A gente não sabe ainda sobre a taxa de evolução do coronavírus. Tudo indica até o momento que não é tão grande quanto o influenza. O influenza a gente sabe, a gente tem que ter um monitoramento constante. Apareceu, tem que isolar o vírus e colocar na vacina do ano seguinte. Pode ser que a gente tenha que fazer isso também com o coronavírus. Então isso é muito esforço de saúde pública, os médicos que desconfiam "ah, tá aparecendo aqui uma variedade de vírus ou de coronavirose mais letal ou mais contagiosa". A gente tem que isolar isso, aí vêm os cientistas e isolam o vírus e pode ser colocado numa nova vacina, então tem que ser elaborada a cada ano, ela tem que ser como que suplementada, como é o caso da vacina da gripe que a cada ano ela é suplementada de novas variedades de vírus da gripe.





Biologia In Situ Podcast

Ricardo	Sim, mas essas mudanças evolutivas pelo que o vírus passa, elas são exclusivamente dependentes da genética do vírus, o ambiente, o hospedeiro tem alguma influência nisso?
Fabício	Não, é uma briga dos hospedeiros e dos parasitas constante. A gente chama isso de <i>corrida armamentista</i> . Os vírus, as bactérias, os fungos, os protozoários, todos eles evoluem e o problema é que a evolução pra eles é muito mais rápida do que pra nós. A evolução se dá de acordo com as gerações, por quê? Porque ao longo de cada geração é que os variantes são acumulados. Como assim? Imagina a espécie humana. Nós temos um tempo de geração que é mais ou menos 25 anos, que é mais ou menos o tempo médio que você nasce, você chega a idade reprodutiva e aparece uma nova geração de filhos, certo? 25 anos é o tempo de geração humana, o tempo de geração do vírus, o vírus e os seus filhinhos é de segundos a minutos, e a cada geração de vírus, você tem variantes novas. E isso é muito mais rápido para o vírus, por isso que é meio que injusta essa luta, então a gente precisa de usar inúmeras ferramentas pra conter. Uma das ferramentas é a vacina, outras ferramentas é a ciência preditiva, aquela que prediz epidemiologicamente as chances de ocorrerem novas zoonoses, novos variantes de coronavírus. Então tem que um monitoramento constante, é muita ciência por trás disso. A gente sabe o que fazer, mas a gente precisa do investimento pra tá constantemente lutando contra essas doenças. E a ciência tá dizendo hoje: "novas zoonoses virão". Não é fantasia, é ciência, ciência prediz as coisas. Ela não pode predizer exatamente onde vai ocorrer, qual variedade de vírus porque além do coronavírus têm os arenavírus, têm os vários arbovírus, tem outros tipos de adenovírus. Tem inúmeros variedades de vírus que podem causar doenças, além dos vários tipos de bactérias, vários tipos de protozoários que tem por aí.
Ricardo	Olha, Fabício, essa última fala sua me lembrou agora uma camiseta que eu tenho aqui, não vou falar o nome da loja porque não tá patrocinando a gente, mas que ela diz assim: "todo filme de catástrofe começa com cientistas sendo ignorados." [risos] E é uma realidade de filmes que a gente tá vendo aplicada na nossa realidade mesmo agora, né.
Fabício	É mas assim, o negócio não é ignorar cientista. Porque na verdade tem muito cientista que fala não em nome da ciência, mas fala com a sua opinião. Eu não tô falando da minha opinião, eu tô falando de inúmeros





Biologia In Situ Podcast

cientistas que falam a décadas da mesma coisa publicando artigo científico. Porque a ciência não sou eu, não é o cientista x ou y, a ciência é o que é feito por inúmeros cientistas, gerações após gerações de experimentos, reproduzindo experimentos em laboratório, fazendo experimentos no campo que demonstram inúmeros vírus passando de humanos, de animais pra humanos e às vezes até de humanos pra animais, esse é outro problema da coronavirose. Porque pode virar um ciclo doméstico de animais domésticos ou de animais do Brasil podem infectar com a coronavirose humana, por exemplo, macacos, micos-leões que tem ai no Rio de Janeiro ou micos comuns que estão virando lata de lixo. Então, a gente tem inúmeras possibilidades disso ocorrer, então a gente precisa de ciência pra isso, pra tá monitorando. E não pensar na ciência só pra salvar do problema quando já aconteceu, que é o que mostra os filmes de Hollywood. E isso é muita fantasia porque a gente não pode garantir que a gente vai encontrar a vacina daqui a 6 meses. A própria organização mundial de saúde já tá falando que o mais provável que a vacina mesmo eficaz vai ser só em 2022. Quer dizer, a organização mundial de saúde, não é um cientista que está falando. Pra ela fazer uma afirmação, ela tem que pegar evidências de inúmeras publicações do mundo inteiro, não é um artigo científico que vai dar a solução para as coisas porque cada artigo científico tem suas limitações, foram feitas por um grupo pequeno de cientista, trabalhando, às vezes, com uma amostra pequena, então a gente tem que trabalhar do ponto de vista científico, da ciência feita por inúmeros cientistas com inúmeros experimentos independentes, inúmeros lugares no mundo inteiro. A gente sabe também que tem a variabilidade genética humana, a gente sabe que tem indivíduos que respondem de forma muito efetiva contra a covid, eles são naturalmente resistentes, tudo indica. Mas tem indivíduos muito pouco tolerantes, indivíduos muito susceptíveis que, por exemplo, facilitam até a entrada do vírus neles, então a gente não entende isso direito, porque a gente, tem pouco tempo que a gente fez os genomas humanos, a ciência ainda está tentando avançar, a gente não entende porque os vinte e quatro mil genes humanos correspondem em termos de fenótipos e as características que são expressas, que a gente identifica, as proteínas, como a gente se aparenta, a cor do olho e também nosso sistema imune. A gente não entende todos os genes do sistema imune, apesar da gente conseguir sequenciar o DNA, a gente não sabe a função de todos os pedacinhos de DNA que a gente tem nas nossas três bilhões de letrinhas que estão nos nossos cromossomos, então a ciência é muito limitada. Então existe uma ideia, talvez hollywoodiana de que a ciência em 2001, a gente consegue, não! A gente tá no início da ciência, Biologia, como





Biologia In Situ Podcast

	<p>ciência experimental, uma hipótese definida que é a teoria da evolução, tem um pouco mais de 150 anos, é muito pouco tempo, a física, ao redor de 300 anos, começando com Newton, com as bases das ciências experimentais, da física. Então, a ciência é muito recente na humanidade, então existe um método científico, mas vejam o tanto de pessoas que deturpam o método científico, e não entende o modo de fazer ciência. A ciência é o caminho da dúvida, não é o caminho da certeza, esse não é o modo de fazer ciência, não é ter certeza, é ter questionamento constante. Porque se a gente acreditar numa coisa, aí a ciência vai ser crença, aí é a pseudociência, infelizmente muita gente usa a pseudociência ultimamente, que o modo de deturpar a ciência pra impôr ideias, ideologias. Ideologia é a pior coisa para a ciência.</p>
Ricardo	<p>Muito bem! Fabrício, como a bio-ouvinte que está com a gente agora pode se defender de uma pseudociência, pode contribuir com a ciência mesmo que ela não seja cientista, mesmo sendo um cidadão fora do meio acadêmico, como essa pessoa pode ajudar, ou pelo menos, não atrapalhar nessa luta da ciência.</p>
Fabrício	<p>Bem, tem, por exemplo, um punhado de gente, distribuindo vídeos de pessoas que não tem a mínima formação científica, com ideias totalmente absurdas, conspiracionistas. Basta ver aí, tem um punhado de gente, até discutindo ideia sobre terra plana, como se o mundo fosse uma grande conspiração mundial, que a NASA deturpa as imagens, fantasia com imagens. Gente, isso foi demonstrado de inúmeras formas, não só os americanos, demonstram isso, os russos demonstram isso porque tem uma tecnologia espacial muito avançada também. Então, a ciência é uma coisa só, ela não é de um país, ela não é de uma ideologia, a ciência é um método científico que justamente quer evitar a ideologia por trás. Então, não divulguem vídeos de pessoas com essas ideias malucas por aí, tem inúmeras ideias circulando nos WhatsApp, de pessoas que não tem a mínima formação de ciência. Ciência é, por exemplo, o que faz a organização mundial de saúde (OMS). A OMS comete erros, comete erros também, mas ela assume os erros que ela comete, mas agora a maior parte que ela diz, é justamente, o avanço científico da comunidade global, não é ideia de um cientista em particular, existe cientista maluco? Tem! Têm muitos perambulando por aí, com as <i>fake news</i>, absurdas, sendo divulgadas. Então, tenham muito cuidado, ciência é uma coisa muito preciosa pra nós, ciência não é a panaceia, não é a salvação. A ciência é o caminho constante pelo questionamento, pelo ceticismo das coisas, é com isso que a gente</p>





Biologia In Situ Podcast

	<p>avança, a ciência não pode garantir que a próxima astronave, que vai levando o astronauta não vai explodir, como explodiu algumas vezes, porque não tem como garantir que tudo vai funcionar nos seus mínimos detalhes, porque a ciência não é uma garantia de que sempre vai tudo funcionar. Ciência trabalha com a incerteza, mas é com a ciência que a gente chegou aí, é com a ciência que chegou com a toda essa tecnologia, pelos celulares. Não dá pra garantir que os celulares vão funcionar 100% do tempo, porque tem inúmeras variáveis não controladas, mas foi com a ciência que a gente chegou com toda essa tecnologia, que a gente chegou com todas essas vacinas. Isso é a ciência, tá bom? É muito difícil trabalhar com isso, com a sociedade, porque a linguagem da ciência, a linguagem da dúvida, a linguagem das probabilidades, é a linguagem do método científico. Porque a gente tenta aproximar da verdade absoluta, mas a ciência não é a verdade absoluta e nunca vai ser, porque isso não é o modo de fazer ciência.</p>
Ricardo	<p>Maravilha! Fabrício, tem mais alguma coisa que você gostaria de adicionar a essa nossa conversa de hoje?</p>
Fabrício	<p>Bem, eu acho que tem que respeitar a ciência, tem que apoiar o modo de fazer ciência, quem define ciência, quem define, por exemplo, se a biodiversidade é isso ou aquilo, a importância dela para a nossa qualidade de vida, são os cientistas que trabalham com a biodiversidade. Então, biólogos, ecólogos, trabalham com a natureza, que falam, representam a ciência nesse aspecto, quem trabalha, por exemplo, com a ecologia dentro do meio urbano, que tem que trabalhar com a diminuição da poluição ambiental, são os engenheiros sanitários, por exemplo, que trabalham com isso. Quem trabalha, por exemplo, com a construção de represa pra gerar energia, são os engenheiros que tem que construir uma represa, com determinadas características pra produzir energia, pra tal, mas tem que considerar a parte ambiental que são os biólogos, os outros pesquisadores que trabalham, que vão dizer as limitações e as ponderações para construir a represa em determinado local ou em outro local. Então, tem várias competências, então a gente tem que saber reconhecer as competências dos diferentes cientistas, das diferentes pesquisas, as pessoas que trabalham com vacina, o pessoal da imunologia, então a gente tem uma Sociedade Brasileira de Imunologia que trabalha com isso e que tenta, vai lá no site da Sociedade Brasileira de Imunologia pra ver os problemas das vacinas e não vai lá naquele site do movimento anti-vacina que um punhado de gente, que acredita numa grande</p>





Biologia In Situ Podcast

	<p>conspiração mundial que tá falando que não vai vacinar os filhos, e que tá falando que essa vacina do corona vírus é um outro tipo de vírus que vai contaminar mais gente. Então, tem que ter um bom senso da sociedade para entender que a ciência não é uma questão de opinião, ciência não é um cientista, um cientista não representa a ciência. Então vai na sociedade científica, na Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência, na Academia Brasileira de Ciências, vai nas associações, porque as associações e não podem falar bobagem, elas representam inúmeros cientistas, tá bom? E tem que ver que algumas sociedades são mais científicas e outras sociedades são mais técnicas. Então, a sociedade tem de alguma maneira conectar mais pra ciência, a ciência básica, a ciência aplicada e isso é feito principalmente não disseminando <i>fake news</i>, não disseminando notícias escabrosas. Quando você vir alguma coisa hollywoodiana por aí, evite falar dela e vá nos sites. Na OMS, Organização Mundial da Saúde, vai nas associações científicas reconhecidas nacionalmente e internacionalmente. Porque tem muita coisa divulgada por aí que não é ciência.</p>
Ricardo	<p>Pra encerrar, Fabrício, tem alguma série, livro, quadrinho, museu, qualquer coisa que você gostaria de indicar pra nossa bio-ouvinte, que tenha ou não a ver com o tema de hoje?</p>
Fabrício	<p>Bem, existem vários sites, revistas de divulgação científica no Brasil. Quer saber algo de ciência, por exemplo, de uma forma mais mastigada? Então a gente tem Ciência Hoje, a gente tem aí a Revista FAPESP, que é a revista do órgão de financiamento de pesquisa do estado de São Paulo. A gente tem a revista Minas faz Ciência, que é da FAPEMIG. A gente tem vários projetos, por exemplo, das universidades. Eu sou da UFMG, então, a gente tem os programas de divulgação científica da UFMG, de vários grupos que tentam mastigar esse conhecimento. A gente tem a revista Genética na Escola, por exemplo, que é da Sociedade Brasileira de Genética, que eu já fui presidente. Que ela é muito atuante nessa área, então, escreve de uma forma muito clara, inclusive tem algumas coisas relacionadas a viroses que podem esclarecer muito, inclusive a professores do ensino médio porque essa revista ela é direcionada mais ao ensino fundamental e ensino médio. Então, são revistas que têm a divulgação sem esse viés das <i>fake news</i> que têm por aí, que são divulgadas no Facebook, no Whatsapp, no Instagram, no Twitter... Então, a gente tem que tomar muito cuidado com isso que aparece: "Ah, o cientista falou!". Isso se</p>





Biologia In Situ Podcast

	chama argumento de autoridade. Não é porque eu sou o professor X, né. Pesquisem vocês mesmos. Vão nas associações, nas sociedades científicas reconhecidas. Busquem informação realmente científica e não opiniões. É isso.
Ricardo	Essas revistas que você mencionou, elas todas têm versão online? Se o bio-ouvinte jogar no Google ele vai encontrar?
Fabrício	Sim, todas são disponibilizadas gratuitamente também. Tem várias outras pagas mas, essas que eu tô falando, todas elas são de órgãos públicos. Então, porque são órgãos públicos, vêm de dinheiro público, elas são públicas. Então, a Revista FAPESP, Minas faz Ciência, Genética na Escola e muitas mais. Se tá vinculada a uma sociedade científica, a órgãos de divulgação científica oficiais são revistas referendadas, homologadas para divulgação. É muito diferente, por exemplo, de Superinteressante, de Galileu, que são revistas que não são, necessariamente, referendadas e escritas por cientistas. Porque elas são revistas interpretadas, então, elas têm algo de sensacionalismo. É muito diferente dessas outras revistas de divulgação científica mesmo.
Ricardo	Fabrício, onde o bio-ouvinte pode te encontrar pra acompanhar o seu trabalho, tirar alguma dúvida sobre hoje ou sobre algum outro assunto?
Fabrício	Bom, eu tenho o meu e-mail, né, que é fsantos@icb.ufmg.br. Mas, também, pelo Google dá pra buscar. Eu sou professor da UFMG, então, é fácil de me contactar. Mas tem vários outros cientistas que representam sociedades, que trabalham nessa parte de divulgação da ciência, que podem ajudar também.
Ricardo	Ótimo, ótimo! Pra entrar em contato com a gente, bio-ouvinte, no Biologia In Situ, você pode mandar um e-mail para cartinhas@biologiainsitu.com.br, além de nos procurar no Instagram e Facebook como @biologiainsitu e no Twitter como @bioinsitu. Também apoie o nosso projeto com cinco estrelas e um comentário no Apple Podcasts e, caso você possa, seja um dos nossos padrins através do nosso perfil no padrim.com.br/biologiainsitu. Nossas faixas de apoio começam de apenas um real, ou seja, tem pra todos os bolsos. Sim, eu vou falar "bólsos", pelo menos, até alguém me corrigir com propriedade aqui. Fabrício, muito obrigado pela sua presença, pela sua





Biologia In Situ Podcast

	disponibilidade hoje aqui. Eu tenho uma mínima noção, da época da graduação, do quanto pode ser corrida a vida de um professor de universidade pública. Então, muito obrigado mesmo por ter separado um tempo pra falar com o bio-ouvinte.
Fabrício	Muito obrigado pelo convite, é um prazer. Eu acho que a sociedade brasileira tá precisando de mais conversas científicas e menos conversas de opinião. E divulgar esse tipo de conhecimento e não opinião enviesada, conspiratória, que a gente tá vendo muito por aí.
Ricardo	Exatamente! Bio-ouvinte, até semana que vem! Compartilhe esse episódio tão interessante que a gente teve hoje com todo mundo que você conhece e tchau, tchau! Tchau, tchau, Fabrício!
Fabrício	Tchau!
[trilha sonora de fundo] [carro buzina] [sirene toca] [som sintético cortante] [queda d'água] [pássaro canta] [vento]	

