Biologia In Situ Podcast

BIO NA PRÁTICA 010 – CRISPR E O PRÊMIO NOBEL DE QUÍMICA DE 2020 – COM CHRIS VASCONCELOS E THAIS BOCCIA

[Música animada]	
Cristiane	Bio-ouvinte! Antes de começar esse episódio, deixa eu te falar sobre um evento que vai acontecer dos dias 23 a 26 de março. Eu estou falando do III Simpósio de Ciências Naturais de Sergipe. Esse é um evento normalmente voltado pra recepção de calouros do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe, a UFS, mas dessa vez será online e aberto ao público, por isso já pode ir se programando para assistir as palestras e participar dos minicursos. Na terça, 23 de março, a temática será biodiversidade e contará com a cerimônia de abertura pelo Marcos Meiado, professor da UFS e organizador do evento, às 10:00 horas da manhã. Em seguida, às 10:30, pela palestra de calouros a professores universitários: "Os Desafios da Formação de Profissional de Biólogos", por Daniela Machado e Auderlan Mendonça. E de tarde terá a palestra "Diversidade Sobre Folhas: como vivem os líquens folículas?" por Amanda Leite. E também a mesa redonda com as palestras: “Invasão Biológica no Estado de Sergipe”, por Keilane Araújo, “Herpetologia Sergipana: um olhar sobre sua biodiversidade e conservação”, por Thainara Silva, “Estresse: mocinho ou vilão? uma abordagem sobre o estresse hídrico em plantas da Caatinga”, por Daiane Oliveira. O link para inscrição vai estar no pôster desse episódio no nosso site e fica ligado, bio-ouvinte, que ao longo do episódio a gente te trás mais informações.
[Música animada]	
Cafeína	Você está ouvindo Biologia in Situ podcast! Porque todas as estradas levam à Biologia.

[pássaro canta] [barulho de cascata] [vento sopra]	
[música eletrônica calma com violão tocando]	
Ricardo	Olá, bio-ouvinte! Bem-vinda a mais um Bio na Prática, a nossa série de conversas com pessoas que fazem aiologia. E hoje...Caraca, bio-ouvinte, você não faz ideia de quem tá aqui hoje. Nada mais nada menos que duas participantes do Scicast, do portal Deviante, o maior portal de podcasts de divulgação científica do Brasil, pelo menos no meu coração, não sei se tem outros que em números seja maior, eu dúvido, eu acho que não. Talvez saia uma pesquisa abPod só pra delimitar isso. Estamos aqui primeiramente com ela: Chrislaine Vasconcelos, a primeira de seu nome.
Chris	E aí, galera. [risos] Ia dizer: "Aqui é Chris Vasconcelos", mas eu já fui apresentada e vamos conversar um pouquinho sobre como hackear genoma, hoje.
Ricardo	Muito bem! E também ela, a imunoglobolinasezlada bã bã...[risos]
Chris	Isso aí.
Riacardo	É isso que você passa, né, Chrislaine? [risos]
Crhis	É isso que eu passo. [risos]
Ricardo	E também ela, a imunoglobolinazinha do Scicast, quase falei direito, Thais Boccia.
Thais	Ei, oi. Tudo bem? Vamô falar de bebês malucos doidos.

Ricardo	[risos] Vocês viram então que esse programa de hoje já promete bastante. Nós vamos falar sobre CRISPR, edição de genoma e o prêmio Nobel de química de 2020. Fica por aí!
[violão toca] [música animada]	
Cristiane	Bom dia, bio-ouvinte! Aqui quem fala é Cristiane Santana. "Cê" já conhece a minha voz daqui do Biologia in Situ, mas hoje eu vim anunciar meu curso de escrita científica - sim, eu tenho um curso de escrita acadêmica, porque essa pode ser um grande desafio pra muitos de sempre, principalmente, para aqueles que decidem fazer pesquisa e pretende publicar seus trabalhos em revistas de referência. Durante muitos anos ministrei minicursos sobre escrita científica e me deparei com diversas dificuldades dos alunos pra escreverem seus trabalhos de conclusão de curso, artigos, dissertações, teses, resumos e demais trabalhos acadêmicos. Então, resolvi criar um curso que ensina o passo a passo da escrita com as noções básicas e fundamentais pra escrever bons textos acadêmicos e que também auxiliam no destravamento desse processo. O curso ele apresenta aula sobre plágio, citações, referências, estrutura textual, dicas de escrita e também uma aula bônus de como utilizar o Mendely. Tudo isso de uma forma descomplicada e com preço justo. É só acessar o link que vai ficar aqui na descrição. E em parceria com o Biologia in Situ, nós estamos dando uma promoção pra vocês bio-ouvintes. Sim, na compra do curso, é só seguir lá as páginas do Biologia in Situ, mandar pra gente, né, o comprovante de que vocês tão seguindo as páginas e o comprovante da compra do curso, que vocês irão ganhar uma revisão textual de um trabalho acadêmico de até 20 páginas. Sim, a gente tá dando essa promoção aí pra vocês, esse bônus aí com a compra do curso, pra que vocês aproveitem e conheçam também nossos trabalhos de revisão e formatação de trabalhos acadêmicos. É isso aí, pessoal. Confiram lá o curso e entrem em contato com a gente depois pra enviar. O email vai ficar também disponível aqui pra vocês enviarem os comprovantes. Muito obrigada pela atenção!
[Violão toca] [Música	

eletrônica calma de fundo]	
Ricardo	Muito bem começando então do básico. Chris ou Thais, não sei quem vai preferir começar. O que é CRISPR?
Thais	Pode começar Chris.
Chris	Não, fique à vontade.
Thais	[Risos] Ia dizer fique à vontade. [risos] Bom, sinceramente eu vou dar uma bela duma resumida aqui, mas CRISPR foi uma técnica que já foi descoberta faz um tempo, mas pela primeira vez ela foi usada pra editar genomas de seres humanos com uma facilidade inacreditável. Então eu acho que... Esse é o primeiro ponto que eu acho que a gente poderia falar sobre ela, é que a edição de DNA, antes dela aparecer, ela era 80% mais difícil do que ela é hoje com o CRISPR na mão. Então, eu acho que ela revolucionou. É uma técnica de edição de DNA revolucionária. Basicamente.
Chris	É exatamente isso que Thaís falou. Eu acho que a palavra CRISPR hoje em dia ela é voltada pra técnica por mais que o mecanismo CRISPR já fosse conhecido e a gente já se entendia como ele funcionava antes de virar técnica de edição de genomas. Mas realmente, hoje em dia, a palavra CRISPR ela é toda voltada pra técnica de edição de genomas.
Ricardo	Vocês falam em edição de genoma. O que isso quer dizer mais exatamente? No que isso consiste? Você pode pegar os genes de uma pessoa viva já adulta e fazer alguma alteração?
Thais	Pode. É isso aí. [risos] Pode. É fácil assim.
Ricardo	Mas assim a alteração a que nível? Eu posso pegar meu DNA e mudar a cor dos meus olhos?

Chris	Eu nunca entendo, porque as pessoas tinham uma fissura em mudar cor de olho.
Thais	É...
Chris	Porque um dos genes...Não que é um gene muito complicado. São vários genes pra determinar essa cor.
Thais	A gente ensina genética como se fosse fácil trocar cor de olho, mas não é, cara.
Chris	Não é, gente. Isso é muito difícil. Eu posso tá errada aqui. Alguém pode vir comentar aí, mas eu suponho que existem trocas que eu posso fazer no meu DNA muito mais fáceis e que poderiam por exemplo prevenir ou curar um câncer como por exemplo do BCRABL. Eu conseguiria editar isso mais fácil do que uma dor um cor de olho.
Thais	Sim. Você tem P53, que você pode controlar diversos canceres com ele. Você tem coisas que acontecem com a gente que podem ser controladas com um gene, que são muito mais fáceis do que trocar cor de olho.
Chris	É. [risos]
Thais	Você tem doenças diversas que são causadas por um gene só, mas a gente teima em ensinar genética no ensino médio - e na biologia, também - ensinar falando que a cor de olho azul é aa.
Ricardo	[Risos] É bem isso mesmo. Uma outra maneira mais fácil de fazer a mudança é lente de contato, né?
Thais	[risos] Acho mais efetivo.
Chris	Fica a dica.
Thais	Mais barato e mais efetivo.

Chris	Mas voltando pra pergunta, isso se encaixa com o que eu falei lá no início. O CRISPR permite literalmente hackear, tô falando porque o fato de você conseguir ir lá e tirar uma parte do genoma e inserir outra parte, ou silenciar uma parte e isso facilitou muito alterações que se desejaria fazer e testes que se desejaria fazer e num nível tão "isso é fácil" que se criou o termo bio-hacker, porque virou uma técnica tão simples de ser feita que você tem pessoas sem graduação, sem conhecimento biológico aprofundado que consegue fazer CRISPR na garagem de casa literalmente.
Ricardo	Gente...Não, mas pera aí.
Chris	É
Thais	[risos]
Chris	Não façam isso em casa, gente.
Ricardo	[risos]
Chris	O fato de poder fazer não quer dizer que é uma recomendação.
Thais	É muito fácil.
Ricardo	Crianças, não tentem isso em casa. Mas a pessoa não precisa de um maquinário de uma fonte de dados, de uma coisa muito rebuscada, de um laboratório pra fazer isso?
Thais	Então, precisar precisa, mas você tem basicamente de uns tempos pra cá o preço desse tipo de reagente pra fazer, tanto PCR normal quanto PCR em tempo real e tudo essas coisas, tem barateado bastante e tem umas coisas tipo startups nos Estados Unidos que você consegue fazer isso numa garagem literalmente. Você paga pro...Como se fosse um co-working, assim sabe? Você usa um laboratório para clonar seu gene pra fazer alguma coisa tipo CRISPR e acabou. Você usou o tempo ali e foi embora. O nível de facilidade pra fazer esse tipo de coisa é muito maior do que pra outras áreas da Biologia.

Chris	Obviamente que eu não tô comentando aqui em uma troca de genes como pra curar um câncer. São trocas simples. O pessoal consegue comprar kit pré preparado tipo: "Ah, pra fazer uma planta ter um gene que emita fluorescência" e aí a galera compra o kitzinho e você não precisa sequenciar, saber o que foi que alterou ou não e naturalmente a pessoa compra o kitzinho pega uma plantinha lá e pow a planta agora é fluorescente." Entendeu? Não são grandes testes mas você consegue fazer alteração realmente no quintal de casa.
Thais	E eu acho que é importante falar isso porque a gente fala que é edição de genoma humano e daí começa a aparecer, pipocar um monte de coisa ética pra falar, mas a maior aplicação do CRISPR hoje em dia é em planta. E eu já falei isso com a Chris em algum momento que a gente já gravou mas a empresa que mais detém patentes de plantas que tiveram seus genomas modificado pra ser resistente a pragas esse tipo de coisas é a Monsanto, então... Só pra vocês ter uma ideia de como isso tomou um alcance gigante, uma proporção enorme, ou seja, eu não tô dizendo que isso é uma coisa ruim. Pode ser que alguém venha reclamar que eu falei que é a Monsanto e tal, não sei o que. Mas é inacreditável que a gente consiga numa facilidade de tipo duas, três semanas fazer uma planta que é resistente a uma praga. Que ela faz uma proteína que o bicho que come ela não gosta, mas que não faz diferença nenhuma pra gente. E isso faz com que, enfim, a indústria e toda a parte de agricultura e todo esse setor cresça muito, é obvio.
Chris	Mas isso facilita muito, porquê você tem que pensar que muitas vezes a gente precisa de um campo de produção muito maior pra produzir a demanda de alimentos que se exige hoje em dia. Por que você tem uma quantidade de pessoas no mundo de que? Oito bilhões de pessoas?
Thais	Quase.
Chris	Então tem uma demanda por alimento e você precisa de um campo muito maior e aí com edição você consegue, por exemplo, aumentar a biomassa de uma planta ou fazer ela resistente a uma praga e isso tem muitas vantagens. Principalmente, a resistência a praga tem muitas vantagens uma vez que você reduz a quantidade de inseticidas, né?

Thais	É. Agrotóxico e tudo.
Chris	Exato. Só que acho que o grande desejo de todo mundo é realmente a edição, o que a gente consegue fazer no humano, né?
Thais	É. Eu acho que é o que é o mais atraente, né?
Chris	O mais atraente.
Ricardo	Então, apesar de ser o mais atraente, o mais utilizado, mais prático no momento e com plantas e demonstram um grande potencial de mercado. Existe também um grande potencial medicinal nisso? Porque quando a gente fala de planta a gente fala de um grande potencial medicinal, também.
Chris	Sim, com certeza. Todas essas aplicações elas podem ser feitas tanto pra área de uma produção, de um aumento de produção, como pra área de melhoramento de planta com um objetivo que seja mais voltado pra área medicinal. Não consigo pensar em um aqui pra te dar exemplo, mas isso realmente dá pra ser feito.
Thais	Eu acho que a produção de medicamento, por exemplo, que você purificaria de uma planta, você pode fazer uma linhagem de célula, no seu laboratório produzir, inserindo o DNA com o CRISPR. Então, toda a parte de purificação, você destruir uma planta, um local de plantação por causa daquilo, você pode ter aquela proteína ou aquele lipídio, aquele açúcar...Alguma coisa que a planta produz você pode produzir e usar a técnica de CRISPR pra isso. Ela é feita mais pra outro tipo de aplicação que é você deletar um gene, você aumentar a expressão de um gene, mas eu acho que ela entra nesse pacote de edição de DNA pra qualquer coisa.
Ricardo	Sim, sim. Mas como? Como que isso acontece? A gente tem o DNA, claro, com suas bases, adenina, guanina, como a gente aprende no ensino médio e como que o CRISPR entra nessa história? Como que ele edita o DNA?

Thais	Então... Eu vou puxar uma sardinha pro meu lado, o meu lado da imuno fala mais alto aqui, mas é que esse sistema do CRISPR ele já existia em bactérias e o que aconteceu foi que pesquisadores utilizaram ele pra outros propósitos. Tem muita gente que fala que o CRISPR era, entre muitas aspas, eu vou falar aqui. Imunologistas me perdoem por isso, mas tá em aspas. Entre aspas, que era o sistema imune de uma bactéria...Uma bactéria não tem sistema imune. Não posso fazer uma analogia desse tipo, mas era um sistema que a bactéria usava pra... não pra se defender, né? Não essa história determinista desse jeito que ela fazia isso para se defender. Mas as bactérias que tinham esse sistema ativo, de reconhecimento de DNA e destruição daquela sequência de DNA, conseguiam se proteger mais de ataques de vírus que infectam bactérias, os bacteriófagos. Então, a gente tem vírus que infectam bactérias e eles fazem da bactéria da bactéria a mesma coisa que vírus que infectam células humanas fazem, que é fazer essa célula virar uma fábrica de vírus. E aí, o que que acontece? A bactéria que tinha um sistema de reconhecimento do material genético desse vírus e destruição desse material genético do vírus, conseguia de algum jeito sobreviver na presença desses bacteriófagos. Então, elas tinham o que a gente chama entre muitas aspas de um sistema de defesa, que não é um sistema imune. Não pode ser considerado um sistema imune, porque não tem nenhuma analogia com o nosso sistema imune, um sistema imune de mamíferos, por exemplo.
Ricardo	Uma defesa muito mais rudimentar do que o nosso.
Thais	Sim. Bem mais rudimentar. Mas no fim das contas significa proteção pra ela, também. Porque ela consegue sobreviver numa situação em que ela está sendo infectada por um bacteriófago. Se ela não tivesse esse sistema ela provavelmente morreria sequestrada por esse...por esse bacteriófago.
Chris	O que acontece na célula da bactéria, é que ela tem esse sistema, esse sistema ele reconhece o DNA intruso do vírus, alí. Ele armazena essa informação do DNA intruso e ele consegue informar algumas proteínas qual DNA deve ser destruído. Que aquilo ali, quando ele reconhecer aquilo ali ele deve cortar. Então a proteína cas - o complexo de proteína cas, as proteínas cas fazem é pegar aquela informação, procurar aquela informação na célula e vai lá e corta essa informação. Isso é um sistema, eu acho que foi descoberto na década de 70/80. Acho que tá mais pra

	70. Não lembro exatamente a data. E o sistema foi descoberto por quem recebeu o Nobel ano passado, o Nobel de 2020, de química. Elas descobriram esse sistema e aí, o que se tinha era: "Pera aí, quer dizer que eu consigo mostrar pra uma proteína uma região e ela vai lá, reconhece essa região e corta assim em simples, fácil" e se começou a estudar o que se poderia fazer com isso, até que em 2013, 2014...2013, 2013, foi quando se conseguiu utilizar essa maquinaria pra fazer uma edição de algo que se desejasse. Você embocha lá, você insere um RNA guia, a proteína cas pega esse RNA guia, reconhece uma região de DNA complemento a ele e corta essa região. E aí, o que se percebeu foi que a gente não conseguia só cortar e remover região como a gente também conseguia inserir alguma coisa. Substituir aquela região por algo novo.
Ricardo	Deixa eu ver se eu entendi, então, as bactérias, algumas bactérias pelo menos, já tinham um grupo de proteínas cas que faziam a remoção de alguns pedaços de DNA e, então, dentro do campo da imunologia a gente começou a conseguir replicar esse processo conseguindo remover partes de DNA de animais, de humanos, em laboratório, a partir dessa mesma técnica natural que as bactérias já tinham?
Chris	Em um...em um...de uma forma bem lúdica, é como se você tivesse um bandido numa cidade, e aí, alguém consegue um retrato falado desse bandido e armazena isso lá na delegacia. E aí os policiais vão, pegam esse retrato falado e começam a procurar o bandido na cidade pra pegar o bandido, entendeu? A bactéria ela armazena no genoma dela a informação do vírus e vai lá e as proteínas cas conseguem, a partir dessa informação destruir, cortar o genoma. E a gente conseguiu utilizar isso.
Thais	É meio que um cara crachá, sabe?
Chris	É. Um cara crachá.
Ricardo	[risos]
Thais	É um cara crachá. Ela fala assim: "Ah, isso aqui é um template que eu já tenho. Ah, então eu tenho que matar isso". É bem parecido com o que a gente faz no sistema imune nosso, mas só que não é... A interpretação é a mesma, não é a mesma... Não é o mesmo processo. Mas a

	interpretação do que acontece é a mesma pro nosso sistema imune. A gente tem um *template* dentro, a gente aprende a lutar contra aquele *template*, e aí, a hora que o *template* aparece como realidade a gente consegue matar. É basicamente isso que a bactéria faz, só que ela faz isso por uma sequência de DNA. Então ela tem aquela sequência, vou chutar aqui, AAATTT, "ah, eu tenho que matar tudo que for AAATTT, beleza?". Beleza. Ela vai vive a vida dela matando tudo que é AAATTT. Ela encontra um AAATTT, juntou no...conseguiu grudar no pedaço de *template* que ela tem, ela já recruta uma enzima que corta aquele pedaço. Agora, pensa que eu tenho uma doença que é por exemplo uma distrofia muscular. A gente tem uma distrofia muscular em humanos, a de Duchenne, que ela é causada por um gene só e ela é causada por um gene só se eles tiverem os dois recessivos. No ser humano que tiver dois recessivos, tá? O que que acontece: dois recessivos ou um recessivo por que ele tá no X, tá? Desculpa eu esqueci desse pedaço. É...quando tem dois X com o genes recessivo ou um X com o genes recessivo. O que que acontece, se eu chego e pego num menino que tem a doença, que tem a distrofia muscular, eu falo pra esse sistema CRISPR: “Olha, CRISPR, corta o AAATTT que faz esse gene daqui ser o responsável pela distrofia musculas". Ela corta. Ela corta e ela consegue inserir uma cópia normal.
Ricardo	Gente...
Thais	Além de inserir... Além de cortar ela consegue inserir uma cópia normal. E essa pessoa, teoricamente muito teoricamente,passa a ter uma vida normal, porque ela consegue ter uma cópia normal daquele gene na maior parte das célular que aquele sistema conseguiu atingir.

Ricardo	E como a gente sinaliza? Gente, isso é muito louco! Como a gente sinaliza o pedaço de DNA específico? Vocês mencionaram um RNA guia, então a gente tem que tirar uma versão de RNA compatível com a versão do DNA que a gente quer extrair?
Chris	Isso.
Thais	Isso.

Chris	Não, é exatamente isso aí. Você precisa ter... Você precisa saber a região que você quer editar, e aí, você tem, como a gente citou, o retrato falado, né? Você precisa mostrar pra ela qual é a região que ela quer editar. Então, você precisa saber essa sequência pra poder informar... Pra poder construir seu RNA guia e informar pra proteína cas.
Thais	É meio que...É uma fita guia que encontra uma outra... Você precisa saber, por exemplo, desse exemplo que eu dei da distrofia muscular, eu sei qual é o gene que causa, ele tá sequenciado, eu vou num banco de dados, descubro qual é essa sequência e falo pra essa fita guia... Nessa fita guia, eu ponho exatamente um pedaço do gene, que eu consigo descobrir por um banco de dados de genoma humano, entendeu? E aí, a cas vem junto nesse sistema todo e a hora que encostou, hibridizou [risos], que a gente chama de hibridizar, grudou um lado do outro dessa fita guia, ela corta.
Chris	Cara, se você procurar proteína cas, a estrutura dela, ela parece dois bracinhos que seguram o RNA no meio. Eu sempre imagino, quando falam assim: "Ah, o RNA guia!" Eu sempre vejo a cas como se tivesse com o RNA debaixo do braço, sabe? Procurando a região. E é como se ela tivesse com uma peça de lego procurando onde se encaixa. Como se essa informação fosse uma peça de lego, ela vai percorrendo e aí, a peça de lego encaixa naquela região, ela completa aquela região, e ali ela corta.
Ricardo	Esses pedaços que podem ser tirados de DNA são pedaços muito grandes ou só podem ser pedaços pequenos? Que eu vi um dos últimos spins que saiu, spin de notícias do portal Deviante, Crhis falou sobre proteínas pequenas e a importância de proteínas pequenas. São pedaços pequenos só que podem ser removidos, editados, trocados ou pedaços muito grandes de DNA também podem ser mexidos?
Chris	Vou ter que dar uma pesquisada aqui que eu não sei o limite...
Thais	Eu também não sei o limite.
Chris	Que o CRISPR já foi utilizado ou não.

Thais	Eu também não sei o limite, mas o que eu já vi até hoje é que é coisa pequena. Então, você tem que fazer um estudo bem detalhado de que pedaço você quer do DNA que ele corte. Por exemplo, eu tenho uma sequência de 100 pares de bases. Se eu quero AATT e ele tem cinco AATT lá no meio, vai dar certo, né? Porque se eu tenho cinco regiões de AATT dentro de uma sequência de 100 pares de bases, ele vai achar e vai cortar o meu gene no meio, e pode causar lá no futuro uma disrupção daquele gene, aquela proteína que vai ser feita ali não vai ser funcional e eu tenho meu problema resolvido. Agora, se eu tenho uma região só que é AATT ali no meio, já começa a ficar um pouco mais difícil, porque ele tem uma região só pra achar. Se eu aumento a quantidade de bases da minha fita guia, mais preciso ele fica, mais certo de que ele vai funcionar. Eu só não sei a quantidade que já foi usada.
Chris	É, eu...ó. Posso dizer que também não é algo tão pequeno como pequenas proteínas, como por exemplo, né?
Thais	Eu chutei só o AATT, pode não ser verdade isso.
Chris	Pode chegar muito além disso, por exemplo, porque se você for olhar o tamanho de proteínas a gente tem as *small proteins* ou *small peptides* que são bem curtos. Você tem 20, 30 aminoácidos, por exemplo. mas você tem proteínas gigantescas, também. Só que eu tê vendo aqui numa pesquisa bem simplesinha CRISPR/cas9 utilizando RNA guia de 100 nucleotídeos, de mais de 100 nucleotídeos. Então, não necessariamente... Você consegue remover uma região de uma proteína inteira, entendeu?
Thais	Consegue.
Chris	Então é preciso.
Ricardo	Cem nucleotídeos é muito Agnaldo Timóteo e Gal Costa.
Thais	[risos] Sim.
Chris	[risos]

Ricardo	[risos] Pra quem... Eu pelo menos aprendi assim no ensino médio... no ensino médio, não. Foi na verdade no pré-vestibular. AG, não. Eita. Olha aí, ó. AT, Aguinaldo Timóteo; GC, Gal Costa.
Thais	Eu aprendi no colégio assim. Aprendi no colégio.
Chris	Eu nunca tinha ouvido essa. Eu achei muito boa.
Ricardo	[risos] Enfim. Chegar a 100 nucleotídeos.
Chris	Não tô falando que é o limite, tá? Tô falando numa pesquisa rápida que eu fiz eu já vi CRISPR/cas9 com RNA guia de 100 nucleotídeos. Então, não necessariamente tá restrito à regiões curtas.
Ricardo	Sim, sim. Okay. O que mais vocês acham importante ressaltar sobre o CRISPR, sobre essa ferramenta, sobre a edição DNA? E mais importante ainda, queria que vocês respondessem a quantos anos de distância vocês acham que a gente tá de Gattaca?
Chris	[risos]
Thais	Então...zero. Zero minutos de distância de Gattaca. Por favor, Chris, é mentira?
Chris	Caramba...
Thais	Mentira não é, vai?
Chris	É verdade. Ó... É bom ressaltar que quem faz, quando se tem esses...esses kits que a consegue fazer em casa, você não tem muito de informação, você que está fazendo que compra o kit, na verdade você não tem tanta informação sobre aquela região. É a região que vai ser editada e é a que tá no kit que você veio e tal. Pra esses kits são tão baratinhos. Quanto a gente tá fazendo isso em laboratório, não. A gente tem que pesquisar a região que a gente quer preparar. As vezes não dá certo. É... As vezes aquela região não é a ideal pra ser utilizada. Tem

	tudo isso. Por isso, que no laboratório, apesar de ser uma técnica muito simples ela é um pouco mais complexa do que isso. Só que ainda não chegamos no ponto disso ser tão livre pra edição de genoma humano. Por que? Porque como a gente viu no caso do chinês que foi preso, que fez a edição dos bebês. A gente pode entrar um pouco mais nesse assunto se vocês quiserem depois. Ele fez uma edição em bebês, em fetos, e aí foi uma repercursão pra Ciência isso. E como a gente pode ver nos dados dele, mesmo utilizando um RNA guia, ele não obteve o resultado de mutação exata que ele queria.
Thais	É.
Chris	Então, algo aleatório pode acontecer e a gente não pode tá editando genoma humano sem saber exatamente o que a gente tá editando. Sem saber exatamente o resultado que aquilo ali vai proporcionar.
Thais	Sim. O que o cara tentou fazer na verdade tinha um porquê. A gente chama o cara de maluco doido, mas ele tinha uma intenção, muito entre aspas, uma intenção boa por trás disso.
Ricardo	Ah, mas isso a maioria dos malucos têm mesmo.
Thais	Pois é. O inferno tá cheio de boas intenções. [risos]
Chris	Ele... O maluco doido foi na base do... Ele teve coragem de fazer aquilo escondido e apresentar o resultado cientificamente.
Thais	Depois que a criança nasceu.
Chris	Exatamente. Mas a ideia dele, eu acho que é o desejo de muitos cientistas, só que a ética...nós somos guiados por uma ética, e a gente vai fazer isso, porque a gente sabe o quanto de errado pode dar.
Thais	Pois é. O que ele tentou fazer foi fazer criar um bebê... Ele fez a... Ele usou essa técnica pra editar um genoma de um embrião. Então, depois que o óvulo foi fertilizado, juntaram os dois materiais do óvulo e do espermatozoide e tal, e foi formado o embrião. Nessa primeira célula de

	zigoto que foi formada ele usou a técnica nessa célula. E aí, o que foi que ele fez, ele tentou causar uma mutação numa proteína...num gene que gera uma proteína, que é a chave de entrada para o vírus HIV nas células. O vírus HIV usa...Ele tem uma proteína que mimetiza, gruda perfeitamente nessa e tenta entrar na célula desse jeito, entrar na célula desse jeito... É meio que a proteína do vírus junta com essa proteína que tá nas células. Eles se juntam, se dão a mão e a porta é aberta pro vírus entrar. E o que ele quis causar, o que ele quis...É o que ele quis causar foi uma mutação para que essa proteína não ficasse do mesmo jeito, com a mesma conformação e, depois disso, a célula ficasse resistente pela infecção com HIV. Então, a intenção é linda, não é?
Ricardo	É...A intenção parece muito boa mesmo.
Thais	A intenção é maravilhosa. Parece muito boa. O problema é que a gente não sabe o que isso causa pro resto da vida da criança.
Ricardo	E tem um lugar aí, que diz que é cheio das boas intenções as pessoas que chegaram lá.
Thais	Se chama inferno.
Ricardo	[risos]
Chris	[risos]
Thais	Apesar de não acreditar nele, eu gosto dessa frase, porque o que a acontece é que a gente não sabe o que vai acontecer na vida dessas crianças, para piorar são duas crianças. Quando ele fez isso tudo dentro do laboratório dele sem contar para ninguém, sem submeter para comitê de ética nenhum, porque nenhum ia aprovar. É óbvio! Ele conseguiu dois embriões com DNA editado, com mesmo tipo de mutação. Ele não conseguiu a mutação inteira, mas ele conseguiu com uma mutação parcial e que teoricamente as duas crianças que nasceram, são duas meninas, são resistentes ao HIV. Meu problema todo é que eu acho que se ele é capaz de fazer isso tudo num embrião, ele é capaz de infectar essas crianças para saber se elas são resistentes. Olha a maluquice!

Ricardo	Sim, sim. É verdade!
Chris	O nível de loucura dele pode chegar nessa, né? Ah, só para explicar o risco aí, porque o ouvinte pode estar se perguntando: "Mas pera aí, vocês falaram que podia fazer em humano para curar câncer e tal. Qual o problema de fazer em crianças?" Em crianças não, em embriões. O grande problema de você fazer isso em embriões é que quando eu faço isso em um adulto eu acerto...eu altero as células somáticas e não as células germinativas do adulto, só que quando eu faço isso num feto, eu altero todas as células do feto, incluindo as células germinativas, ou seja, eu não altero uma pessoa, eu altero essa pessoa e todos os seus descendentes e aí mora o risco.
Thais	Mora o risco também em outra coisa. As células que são invadidas pelo HIV, são células...são linfócitos T CD4 e aí, isso causa doença, porque o linfócito T CD4 ele comanda a resposta imune de qualquer tipo, então ele manda em todas as células do sistema imune. Você fica sem sistema imune, porque o HIV entra e destrói o regente da história toda. Fica sem uma proteína no linfócito T CD4. É diferente de ficar sem essa proteína em todas as células do seu corpo. A gente não sabe para que essa proteína serve em outros tecidos. Entendeu? Então, pode ser que na pele ela tenha uma função, pode ser que no intestino ela tenha outra que a gente ainda não sabe e a hora que a gente faz essa mutação na proteína em todas as células do indivíduo, provavelmente, essas crianças são frutos de muito, muito, estudo para descobrir a real função dessa proteína, não só para o linfócito T CD4, mas para diversos outros processos que ela deve tá envolvida e a gente ainda não sabe.
Ricardo	Sim. Gente!
Thais	É pesado, né? [risos]
Chris	Não. É sim.
Thais	É pesado. Só que é como eu citei para quem ouviu o meu...o último spin que saiu nessa data. Eu citei as *small proteins* e eu falei que tipo, a gente...Ainda hoje se tem análise de DNA que não se leva em consideração essas *small proteins,* ou seja, a gente já excluiu, a gente já

	perdeu muito dado e a gente tem pouca informação sobre elas, porque a gente ainda tem pouco informação de muita coisa ali, que a gente achava que não servia para nada e na verdade serve.
Chris	Pois é.
Thais	Principalmente em regiões de DNA. Até um tempo atrás, íntrons eram da dados como lixo.
Ricardo	Ah é!
Chris	Sim, sim.
Ricardo	Aprendi assim na escola.
Thais	Aprendi no ensino médio que era DNA lixo.
Chris	Para que não tem um pouco de noção de genética, vou explicar aqui a vocês. O DNA, ele é dividido de maneira muito simples aqui, tentando deixar muito simples...tem regiões que a gente chama de exons e regiões que a gente chama de íntrons. Exons são as regiões que tem função, era isso que a gente aprendia. Íntrons eram o DNA lixo. Então, a gente tem uma região que gera uma proteína e um DNA lixo, a região que gera uma proteína e um DNA lixo e foi assim que a gente aprendeu no ensino médio e aí, com o tempo se descobriu que o DNA, entre aspas, lixo, controlava muita coisa, ele era muito importante e controla expressão, ele dá..É gera muita informação sinalizadora, então cara, a gente não dá para sair editado, principalmente, porque a gente sabe que falta ainda muita informação da gente retirar dali.
Thais	Mas, infelizmente, respondendo a sua pergunta novamente, a gente tá muito perto de Gattaca sim. Só tem que ter muito cuidado para não virar Gattaca, só pra falar um pouco sobre como a Ciência está lidando com isso, uma vez que o chinês assustou o mundo científico com o dado dele e com a coragem dele. Primeiro, ele foi preso e quem ajudou ele no laboratório também foi preso. Segundo que no final do ano passado saiu uma nota meio que proibindo, proibindo meio que não proibindo

	definitivamente, proibindo a edição de embriões até o momento em que a Ciência entra em concordância de que estamos prontos para fazer isso, mas está proibido.
Ricardo	Sim, sim. E, assim, as Ciências Humanas tem que caminhar lado a lado, diria que até passos à frente das Ciências Biológicas, das Ciências Exatas, nesse sentido, porque a gente deve, a gente tem uma responsabilidade muito grande com esse tipo de ferramenta na mão.
Chris	E foi exatamente esse choque, porque, por exemplo, a gente sabia que dava para editar, ninguém tinha tentado, mas também, ninguém tinha se preocupado em criar uma lei, né? Em criar alguma coisa do tipo: "Ah, é proibido." Foi uma lei imaginária que ele cruzou e aí, todo mundo fez: “Não, a gente realmente precisa criar essa linha, mas criar essa linha baseado em quer, então foi um longo ano de discussões e reuniões online, né? Porque foi 2020.
Thais	Não, mas estou dizendo que a gente...Eu e a Chris a gente fala bastante desse assunto lá no Scicast, né? E...No Scicast, nos spins, então a gente...Eu não tenho dedo na mão para contra mais a quantidade de spin que a gente fez falando sobre isso, né? Que comitê estavam sendo criados para avaliar isso de novo, pra ou proibir, ou deixar uns tipos...alguns tipos de pesquisa, porque o que ele fez que ultrapassa qualquer nível aceito por qualquer comitê de ética é que ele implantou esses embriões que ele trabalhou. Porque existe pesquisa com embrião, já existe em diversos lugares eles trabalham com embrião. O negócio é implantar esses embriões em uma mulher e fazer a criança nascer, isso é diferente de você fazer pesquisa com embrião.
Chris	Isso aí é...Só corrigindo minha fala foi exatamente isso que foi proibido. Você não pode gerar uma vida com o genoma editado.
Ricardo	Ah sim, sim.
Chris	Uma vida humana com genoma editado.
Thais	É esse é o problema a priori, porque a pesquisa existe de diversas maneiras. É permitido em alguns lugares você fazer diversas pesquisas

	com embriões, agora você tá mexendo com uma vida, cê não é o doutor Albieri, entendeu? Que vai gerar clone na placa de petri, na lupa, no consultório de dermatologia. Nem o doutor Albieri, era o doutor Albieri.
Thais e Chris	[risos]
Ricardo	O cara para clonar escolheu o Murilo Benicio que é isso?!
Thais	Não, não, não. Não fale mal do Murilo Benicio aqui não, não, não, não.
Ricardo	[risos]
Thais	Não fale mal do Murilo Benicio. Eu tenho *crush* no Murilo Benicio muito grande.
Ricardo	Mesmo...Eita. Mesmo ele tendo probleminha de dicção? Que nem eu, aparentemente.
Thais	Eu gosto dele. Não fala assim não.
Ricardo	[risos].
Thais	A Juliana Paz também tem e a galera gosta dela.
Ricardo	[risos] É. Tudo bem. Tudo bem. Não vou mal do homem do ano, né?
Thais	Então, tá vendo?
Ricardo	Gente, e sobre...Vocês mencionaram brevemente ao longo do episódio da nossa conversa o prêmio Nobel de Química de 2020 que foi para Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna, um francesa e uma estadunidense. Vamos falar um pouco sobre isso? Sobre a importância desse prêmio para duas mulheres, inédito, desse jeito.
Chris	Nossa! Isso foi um impacto muito grande.

Thais	Bastante, né?
Chris	Até porque desde que a técnica foi utilizada, desde que colocaram a técnica em prática... Isso foi um japonês do MIT que conseguiu, se não me engano, a primeira vez fazer a edição com o CRISPR, lá em 2014. Deixe que conseguiu, que a galera fez: "Opa, isso é um potencial Nobel." E aí, todo ano se ficou aguardando esse Nobel, sem saber se o Nobel seria dado para o japonês, ou se o Nobel seria dado para quem descobriu a técnica, quem descobriu a maquinaria, lá na bactéria e todo ano a gente aguardava, até a gente discutia isso até lá no Sicast do tipo:”Ah, não foi esse ano do CRISPR, não foi esse ano do CRISPR."
Thais	É. Exato.
Chris	Me surpreendeu muito eles escolherem exatamente...Me surpreendeu muito pra..pro lado bom, tá. Eles escolherem as duas que descobriram a técnica.
Thais	Isso é ótimo!
Chris	Porque o grande foco não é o momento que a técnica vai ser aplicada é quem descobriu ela.
Thais	Sim.
Chris	Então, eles focaram nas duas, e nem acrescentaram o japonês, mas o prêmio foi para as duas pesquisadoras que lá na década de 70 conseguiram descobrir a maquinaria na bactéria.
Thais	E foi um prêmio de Química.
Chris	E foi um prêmio de Química.

Thais	Que a gente já discutiu isso em outros podcasts também que muita gente não entende o porquê esse seria um Nobel de Química, porque aquilo tem tanta aplicação biológica que a Biologia passa na frente, sabe? Acho que é meio que aquela pureza dos físicos achar que tudo é física, sabe? E ver que tudo o que foi feito na base de experimentos na área de Química pode ser usado para Biologia também, então a gente podia deixar com essa...deixar essa pureza de lado que os físicos também tem e falar que a gente tem diversas áreas. Elas falam para gente viver. Elas falam juntas para gente viver, mas é legal dá o reconhecimento para cada área separadamente também.
Chris	Assim, eu tinha até conversado com Thais das áreas de conhecimento que a gente tem hoje em dia, elas são tão específicas, tão específicas que é muito difícil, as vezes, você encaixar na hora de dá um Nobel. Para edição de proteínas receber o Nobel, acho que em 2014.
Thais	De cristalografia?
Chris	Cristalografia. Desculpa! Estrutura de proteína não, cristalografia, que é voltado pra obtenção de estrutura de proteína. A grande aplicação pra gente é a obtenção da estruturas de proteínas e eles receberam o Nobel de Física. Porque você não tem. Você tem a área específica de bioinformática? Você não tem essas áreas específicas, então vai pra base do que eles fazem, a base do que eles fazem é Física. A base do que eles fazem é Física o Nobel é de Física.
Thais	A base do CRISPR é Química foi para o de Química.
Chris	Exato.
[música]	
Cristianne	Olha eu aqui de volta, Bio-ouvinte, para falar sobre o segundo dia o

	terceiro Simpósio de Ciências Naturais de Sergipe. Na quarta, dia 24 de março, a temática será saúde e meio ambiente e haverá a palestra "Nociplasticidade: Revolucionando a Neurociência da Dor" por Matheus Santos, além da mesa redonda com as palestras "Neuroepidemiologia: Um olhar para Sergipe" com José Santiago, "Jovens, memória e anabolizantes" com José Souza e "Valorização e conservação de resíduos agroindustriais para a geração de bioprodutos" por Daniele Mota. Já no terceiro dia, com a temática de ensino de Ciências Naturais terá a palestra "Por que é tão difícil incluir: Uma análise do papel do professor em sala de aula sobre a perspectiva da ABA" por Juliana Oliveira e a mesa redonda com as palestras "O ensino fundamental no sertão paraibano durante a pandemia" por Ayslan Lima, "O ensino médio no estado da Bahia durante a pandemia" Igor Hora e a "Educação de Jovens e Adultos no estado de Sergipe durante a pandemia" por Riclécia Santos. Já, já eu volto para te contar sobre o último dia e os minicursos. De volta para o episódio.
[música]	
Ricardo	E tem mais alguma coisa que vocês gostariam de adicionar? Mais algumas informação que vocês acham que seria importante pra gente, pra biouvinte, hoje?
Thais	Não edite seu DNA na placa de petri, na lupa, no consultório de dermatologista.
Chris	Principalmente, não fique como louco, biohacker que saiu nos Youtubers da vida, nos Netflix e tenta editar o próprio genoma. Não tentem isso em casa. Aplicou nele mesmo. Não façam isso!
Thais	Não tente isso em casa, nem na novela.
Chris	É, apesar de ser fácil e acessível, hoje em dia...fácil e acessível eu estou dizendo, porque qualquer pessoa pode comprar. Não é seguro.
Thais	Não.
Chris	Ainda não é seguro. Você sem conhecimento fazer isso em casa, não é

	seguro acompanhar essas pessoas, que não tem tanto conhecimento de como lidar com isso com responsabilidade. O grande pronto é responsabilidade, porque alguém que pega e faz: " Ah, quero quebrar..tô aqui como...só para quebrar as normas e abro uma câmera, viro a câmera pra mim, digo que sei fazer CRISPR e vou injeto em mim. " A primeira coisa que ele não tem é responsabilidade.
Thais	Pois é.
Chris	Não dá para fazer isso. Não dá pra seguir desse jeito, então não repliquem, por favor.
Thais	Não repliquem. Não dá nem pra acender a churrasqueira em casa com segurança, gente. Não vai tentar editar seu próprio DNA.
Ricardo	[gargalhadas] Maravilha! Maravilha! Uma última pergunta pra gente fechar. O que é que a gente pode esperar do prêmio Nobel de Química ou de Medicina de 2035 que vocês estão trabalhando hoje?
Thais	2035, eu achei que você fosse perguntar 2020, já estava pronta para falar que era a vacina?
Chris	Thais, já imaginou se dá certo essas gêmeas editadas e o prêmio de 2035 é para o chinês louco?
Thais	Nossa!
Thais e Ricardo	[risos]
Thais	A gente tem que fazer que nem 1984 e apagar todos os nossos spins passados. A gente vai ter que ser o ministério da verdade.
Ricardo	O cara vai tá na cadeia e com milhares de dinheiros suecos no bolso...na conta.
Thais	Exatamente e a gente mordendo a língua, sem a língua inteira de tanto

	ter mordido.
Ricardo	[risos]
Chris	Dá um exemplo. Pode dá certo, pode dá certo, mas não poderia ter sido feito desse jeito. Eu real, não...cara, eu não sei o que a gente...o que que a gente espera para 2035 de prêmio Nobel, lembrando que a gente pode aplicar CRISPR e aí, tá editando genoma...2035 a gente tá editando genoma “facinho”, mudando várias doença que antes eram incuráveis, conseguindo editar genoma, mas ainda assim, isso não é uma aplicação para Nobel. Nobel é quando quem descobriu aquilo ali. Então, a gente não sabe o potencial ainda de coisas que foram descobertas recentemente, como por exemplo, quando elas descobriram isso em bactérias, acho que elas não imaginaram isso sendo utilizado na escala que está sendo utilizado hoje em dia.
Thais	Não. Eu ia falar que poderia ser..editar...a gente descobre...em 35 anos a gente descobre quem é resistente ao corona, a gente descobre que é um gene só, a gente consegue editar esse gene e proteger as pessoas do corona para sempre. Olha aí.
Ricardo	É, ok. [risos] Eu perguntei de 2035, porque eu queria saber no que vocês estavam trabalhando agora que vocês vão para o Nobel daqui a 15 anos.
Thais	Ah, não! [risos]
Ricardo	Eu nem perguntei da...
Chris	Eu vou jogar um medo aqui sem querer que Thais...a gente trabalha com lesimanhiose, pra quem não sabe a lesimanhiose é trasmitida também por um inseto, não é um mosquito, mas de modo geral se fala de mosquito que é o palha, né? Nunca lembro o nome comum dele. E esses dias, eu levantei uma questão conversando com o pessoal eu fiz: "Já imaginou se a *Aedes* começa transmitir Leishmaniose.”
Thais	Nossa, cara! Para com isso.

Ricardo	Não. O *Aedes* ja está trabalhando demais, ele carrega muita coisa, ele vai na pastinha dele todo dia com Zika, chikungunya, dengue, tudo na malinha dele.
Chris	Alguém que trabalha não deixa não, porque isso aí recebe o Nobel.
Thais	Por favor, malária também.
Chris	Por favor, deixa só nos menos disseminados.
Ricardo	[risos] Muito bem. Maravilha! Gente, muito obrigada pela nossa conversa e pra finalizar vocês tem alguma indicação de serie, filme, livro, mangá, qualquer coisa que vocês gostariam de indicar para Bio-ouvinte, tendo ou não a ver com o tema que a gente falou aqui hoje?
Chris	Nossa! Indicação de mangá foi a primeria vez que alguém que me pediu indicação de mangá.
Ricardo	É que a gente aceita de tudo.
Chris	Chega eu dei uma parada, tem algum mangá [risos], dessa área.
Thais	Eu tenho uma.
Ricardo	Ok.
Thais	Tem uma serie que estou assistindo agora que é uma serie maravilhosa, que eu não sei se faz muito sucesso ela chama The Expanse
Ricardo	Já ouvi falar.
Thais	Não sei se vocês já ouviram falar.
Ricardo	Só ouvir falar.

Thais	E ela é baseada num livro que eu descobrir faz pouco tempo. Que ela é baseada num livro Leviatã Desperta, alguma coisa assim e ela é uma coisa...é tipo uma ideia de coisas infeciosas, de doenças infeciosas, mas não é carregada por mosquito, nem nada desse tipo, mas é a história muito mais social do que biológica, que eu acho que é muito mais legal por causa disso, da colonização do sistema solar pelos seres humanos e aí, você tem o pessoal que vive na Terra, tem o pessoal que vive na lua, chama Luna, pessoal que vive em Marte e o pessoal que vai minerar o cinturão de asteroides no fim do sistema solar pra trazer minério para Terra.
Chris	Nossa!
Thais	É muito legal, porque nesse meio tempo, nessa expansão que eles estão criando, eles descobrem uma molécula alienígena que é capaz de se replicar sozinha e dá ruim.
Ricardo	Eita. Gente eu achei que esse The Expanse fosse coisa de clonaram pessoas e agora a gente...é que confundido com The One Hundred.
Thais	Ah, é, não é esse não. Esse...assim, as pessoas falam que o começo é meio lento e tal, mas tipo eu sou fã de Star Wars, eu gosto de filme lento, então eu gosto muito de The Expanse , eu acho a parte biológica, eu acho que eles pecam muito pontos, eu fico corrigindo coisas no meio quando eles falam alguma coisa, mas a parte social deles é muito bonita de ver, é muito legal ver a interação das pessoas que moram nos lugares diferentes do sistema solar.
Chris	Você aceita um pouquinho a suspensão da realidade.
Thais	Isso. Exatamente. Suspende um pouquinho do que a gente sabe de proteínas que se autorreplicam e vai.
Chris	É, eu parei no início de The Expanse, mas não continuei. Eu acho que eu parei na lentidão do início.
Thais	Pois é, eu entendo, mas eu curto, eu curto, eu gosto de Star Wars Prequels, eu gosto de coisa lenta.

Ricardo	Eita. [risos]
Chris	Eu queria chegar aqui com a recomendação [risos]...eu queria chegar aqui com a recomendação de serie que envolvesse essa área, mas nossa pecam muito, acaba sendo muito ruim gente, então meu pedido é: se alguém tiver uma serie muito boa dessa área manda nos comentários que aí eu pego pra eu assistir, porque eu só esbarro com serie que eu faço não.
Thais	Ué, mas você não me recomendou outro dia “Dança da Morte” do Stephen King.
Chris	Ah, mas eu recomendei o livro. Tô lendo já [risos]. Nossa, gente, fica aí o livro Dança da Morte, tem a serie está na Amazon Prime, por favor paga nós Amazon Prime.
Thais	Tá brincando. Tô desligando aqui pra ver.
Chris	É mas eu não assistir a serie eu não sei se a serie é boa, não assistir a serie ainda, tá, mas fica aí Dança da Morte é um livro que eu sou apaixonada por esse livro, muito, muito, eu adoro esse livro. É Stephen King, né? Quem conhece o jeito de escrever sabe.
Thias	Adoro!
Chris	É longo, é muito detalhado...
Ricardo	Acaba bem? Ou não? Essa é a grande pergunta quando se fala de "Estevon Rei"
Chris	"Estevon Rei" foi maravilhosa. Eu só vou falar assim agora. Cara, tire suas conclusões, tire suas conclusões..assim, porque ela é Stephen King, então ele muda a pegada da história muda, né? Ela vai para uma área muito mais espiritual do que é o início da...do livro, mas o início ele foca em uma gripe que se espalhou e simplesmente dizimou a população, mas parte pro terror, obviamente, porque é o tipo...é a área

	dele, né? Só que o livro é muito bom.
Thais	Muito bom.
Ricardo	Ok. Eu também tenho uma indicação...é assim, eu tinha duas, mas eu esqueci a outra, então eu vou ficar com uma indicação só dessa vez, que é um anime, um anime original Netflix, “Cell at work”.
Thais	Ah...sei qual é.
Ricardo	É uma “seriezinha” muito bonitinha e muito explicativa sobre o sistema imune, o sistema...sobre o corpo humano na verdade, mas foca mais nas células vermelhas e células...e glóbulos brancos do sangue, então foca muito no que acontece no sangue e com as defesas, a nossa imunidade, mas explica muito diretinho, os conceitos biológicos através de personagens, como se fossem pessoas, as células do corpo como se fossem pessoas, então você acompanha a personagem principal que é um glóbulo vermelho recém promovido a glóbulo vermelho e ela vai tendo que fazer as entregas de oxigênio de nutrientes pelo corpo e ela conhece e sempre esbarra com um glóbulo branco específico, que é o glóbulo branco que sempre salva ela das bactérias, dos perigos todos, de...e é muito legal.
Thais	Eu vou assistir isso. É muito bom.
Ricardo	E detalhe...quem for assistir detalhe para as plaquetas, só vou deixar isso, detalhe para as plaquetas [risos].
Thais	Eu acho que quando a gente gravou o Scicast de imunologia teve uma galera que indicou isso pra gente, colocou até um Youtube com pedaço, um trailer desse anime pra gente, mas eu acabei não assistindo.
Ricardo	É muito bonitinho, Hataraku Saibou, pra exercitar aqui meu japonês [risos]. Então, tivemos aí, “The Expanse”, a serie, o livro e a serie também da Dança da Morte de "Estevan Rei" e “Cells at Work”, ficamos aqui com as nossas recomendações e, Chris e Thais vocês querem deixar aqui algum contato que vocês tenham, ou onde a Bio-ouvinte pode entrar em contato com vocês pra tirar mais dúvidas, pra perguntar, pra acompanhar

	o trabalho de vocês, a divulgação que vocês fazem.
Chris	Olhe você...pra mim achar mais fácil é melhor entrar no portal Deviante, tá gente, lá o Megazorde do portal Deviante, eu devo tá em vários episódios , então procura um episódio que você sabe que eu tô vai lá, vai tá meu nome, porque meu nome se escreve de um jeito muito complicado e fica soletrando ninguém aguenta, tá? Então, vai lá clicar e você tem acesso ao meu Twitter, você vai ter acesso o que eu participo ali no Scicast a gente de vários, tanto eu quanto Thais que algumas pessoas dizem que nós somos a mesma pessoa, então vocês ficam aí querendo descobrir se somos a mesma pessoa, ou não [risos]
Thais	Descobre..
Chris	Mas vocês dão uma olhadinha lá no Deviante, a gente tá no próprio Scicast, no spin de notícias, nos primeiros lá, derivadas, no RPGauxa, tem diversos RPGauxa, né, Thais? E eu sempre faço, ou a propaganda aqui do Novelacast, mas vou jogar para dona né? Sempre faço propagando do Novelacast, mas vou jogar para dona aqui pra ela explicar, mas vocês encontram a gente também no Eguacast, quem quiser ri de aleatoriedades, aletaórias também encontra a gente por lá [risos].
Thais	Bom, eu acho que é o que a Chris falou, que me encontrar pra falar coisa descente, coisa acadêmica, ensinando as coisas vai no portal Deviante. Quer dá risada ouvindo bordão de novela, ouvindo falar de novela velha, novela mexicana, qualquer coisa relacionada com novela e com TV anos 90 vai no Novelacast que a gente tá lá falando de besteirol o dia inteiro. Ricardo: Novelacast, gente, nem conhecia.
Chris	Recomendo.
Ricardo	Assinei os dois agora.
Chris	Você gosta de novela, eu recomendo o Novelacast. Você não gosta de novela, eu continuo recomendando o Novelacast para rir muito.
Thais	A gente é muito bagaceira, cara, então vem dá risada com a gente.

Ricardo	[risos] Nós vamos sim, eu tenho certeza que a Bio-ouvinte também vai e por hoje gente nós...olha só, Bio-ouvinte não vá me reclamar que nós não temos presença ilustres aqui. Nós acabamos de receber a dupla dinâmica do Scicast do portal Deviante, só o maior portal de divulgação científica do podcast do Brasil que só do mundo.
Thais	Que só da galáxia.
Chris	Que só do sistema solar, mas é menor.
Ricardo e Chris	[risos]
Ricardo	Gente, Chris e Thais, muito obrigada pela presença de vocês aqui, pelo tempo de vocês e vamos dá um tchau, tchau pro Bio-ouvinte agora. Tchau, tchau, biouvinte. Tchau, tchau, gente até a próxima.
Thais	Tchau.
Chris	Tchau, tchau Bio-ouvinte.
Thais	Tchau, beijo.
Cristianne	Olha o simpósio aí gente e no dia 26, sexta, ocorrerá a mesa redonda de divulgação científica com as palestras "Divulgação Científica no Tempo da Pandemia" por Victor Henrique, "História, Divulgação Científica e Negacionismo" por Marcelo Silva, "Divulgação Científica sem Firula" por Fernando Lima e a palestra de encerramento "Estudos de Gênero, Raça e Etnia no Ensino de Biologia" por Camila Cunha e ainda tem os minicursos que ocorrerão ao longo de todo o evento. Olha só que maravilha: Minicurso "Moluscos terrestres: a fauna esquecida no Nordeste brasileiro" por Igor Correia, "Introdução à Ecologia do Parasitismo" por Maria Xavier, "Análise do comportamento na prática do ensino para crianças com autismo" por Juliana Oliveira, " A evolução do cérebro: desvendando funções e desfunções" pr Matheus Santos, " Alienígenas: o inimigo que está por toda a parte" por Franciele Silva, "Educação ambiental no contexto escolar: entendo os objetivos do

	desenvolvimento sustentável" por Mateus Ferreira, "Desafios da Educação em uma era tencológica" por Rair Andrade, "Aproveitamento de resíduos agroindustrias com potencial aplicação em cosméticos" por Daniele Mota e Tâmara Azevedo, "Estruturação de questões sociocientíficas para o ensino de Biologia" por Camila Cunha e tã, tã, tã, o maior de todos os minicursos, de todos os simpósios, de todos os mundos, [risos], pera tô puando sardinha pro meu lado, é o minucurso de "Escrita Científica: Plágio e Estrutura Textual" por Cristianne Santos, sim esta que vos fala, entao não perde a oportunidade e fica de olho no Instagram @biologiainsitu que nos vamos divulgar o link assim que as incrições abrirem, no dia 10 de março, também já pode ir seguindo o Instagram do própio simpósio de Ciências Naturais de Sergipe que tá aqui no nosso post desse episódio. Até o simpósio de tchau, tchau.
[música]	