

PODCAST CIÊNCIA SUJA TÍTULO: Pele negra, máscaras brancas
--

VINHETA RADIO-CHUVA

THEO: Se você ainda não ouviu os primeiros dois episódios dessa nossa temporada temática sobre colonialismo na ciência, a gente sugere que você vá para eles antes de seguir aqui. As coisas podem fazer mais sentido assim.

THEO: Aproveitando que você tá aqui, o Ciência Suja tem um programa de financiamento coletivo que é super importante para continuidade do nosso projeto. São diferentes planos, com benefícios exclusivos e a partir de 10 reais. Para saber mais, acesse o nosso site, o cienciasuja.com.br, e clique na aba apoie o podcast. Qualquer contribuição ajuda a gente demais. E bora pro episódio.

SONORA NINA DA HORA

Em 2018, eu estava fazendo um estágio numa empresa de robótica no Rio de Janeiro e um dos projetos tinha que identificar... que tinha o rosto e um ambiente. E na identificação desse rosto, identificar a expressão que esse rosto apresentava. E depois de identificar essas duas etapas, você tinha que colocar um emoji que fosse um emoji ligado a expressão identificada. E o único rosto que não foi identificado foi o meu.

CAROL: Essa que você acabou de ouvir é a Nina da Hora, uma cientista da computação negra. Ela estava contando uma história do início da carreira dela. É uma reclamação comum de pessoas retintas: a de que os softwares de reconhecimento facial não identificam bem o nosso rosto.

CAROL: Isso acontece provavelmente porque os programas que fazem esses “cara-crachá” foram treinados fora do país, com um banco de dados de milhões de imagens de gente branca. Ou seja, eles aprendem o que é um rosto, mas só um tipo de rosto. Aí você pode até pensar: “ah, mas é só uma coisinha, um projeto de estágio”.

THEO: Mas tá longe de ser só isso. Primeiro porque essa “confusão” não é uma exceção, como a gente vai mostrar no episódio. Segundo que a gente usa o reconhecimento facial para muita coisa hoje. Para entrar em prédios, para ficar mais bonito no Instagram, para imaginar como a gente vai ser quando estiver velho, para sair ou entrar no país, para encontrar procurados pela justiça, para vigiar espaços privados e públicos.

CAROL: E a inteligência artificial não só não entende tão bem o rosto de uma pessoa negra, mas ela também aprende a identificar atividades e pessoas suspeitas de um jeito bem enviesado, a partir de dados da própria polícia e outras fontes.

SONORA TARCIZIO SILVA

É um um caso da Google Vision, que é o sistema de visão computacional da Google que eles vendem por assinatura para qualquer startup, qualquer empresa de tecnologia, onde uma mão negra segurando um instrumento de medir febre que ficaram famosos durante a pandemia era marcado como arma. E mãos brancas não eram marcadas como arma, o objeto identificava corretamente que era um instrumento médico.

CAROL: Esse é o sociólogo Tarcizio Silva, autor do livro *Racismo Algorítmico, inteligência artificial e discriminação nas redes digitais*. O Tarcizio é um dos principais pensadores do Brasil sobre o racismo na tecnologia, e você vai ouvir ele várias vezes aqui. Durante a conversa, ele deu exemplos de como esse sistema pode funcionar.

SONORA TARCIZIO SILVA

Imagine um condomínio onde passa um jovem negro tirando fotos com a máquina fotográfica dele, um trabalho da faculdade. E um sistema de visão computacional do condomínio joga um alerta que aquilo seria uma arma, e não uma câmera fotográfica. Manda o alerta da polícia, manda o alerta da empresa de segurança privada. A empresa chega lá e age e seria um jovem morto pela combinação do racismo, da violência estatal e de um sistema falho, que é falho também por causa dessa violência.

CAROL: Mais de mil pessoas foram presas com base em sistemas de reconhecimento facial na Bahia desde 2018, incluindo inocentes. E São Paulo e várias outras regiões já contrataram empresas que fazem serviços do tipo. No Rio de Janeiro, tem drone com reconhecimento facial identificando alvos de operações policiais em morros.

THEO: E isso tudo é vendido sob o argumento de que a tecnologia é mais neutra, mais precisa e mais rápida do que o olho humano. E mais barata também. Ninguém hoje precisaria mais contratar porteiros, digitar senhas para entrar em aplicativos no celular. Ou investir em inteligência policial, o lance é jogar dinheiro nessa tecnologia “imparcial”, entre aspas.

THEO: Mas essa promessa de neutralidade é só isso, uma promessa, e por trás dela existe o chamado racismo algorítmico, ou viés algorítmico. Resumindo bem, é um conceito que discute a influência dos racismos estruturais e individuais no desenvolvimento das tecnologias.

SONORA TARCIZIO SILVA

É o modo pelo qual tecnologias que utilizam sistemas algoritmos podem reforçar, gerar, intensificar e ocultar, no sentido de esconder, dinâmicas racialmente discriminatórias.

CAROL: Enxergar uma arma numa mão negra e um termômetro numa mão branca - sendo que o objeto é o mesmo - é um exemplo dessa discriminação algorítmica. Reconhecer pior os rostos negros é outro. E tem muitos outros. É como se a discriminação estivesse sendo automatizada, com riscos consideráveis.

SONORA SANDRA ÁVILA

E eu acho que quem tá mais fora da técnica achando que aquilo vai resolver diversos problemas. Quem eu acho que está trabalhando mais com as técnicas, pensa: “Cuidado que a gente pode estar gerando mais problemas”. O que a gente costuma falar é que a gente pode estar automatizando desigualdades que já existem de forma gigantesca na sociedade, só que a gente vai escalar.

THEO: Essa aí é a Sandra Ávila, professora da Unicamp. A Sandra é uma cientista da computação que, sem querer, participou do “enviesamento” de um algoritmo direcionado para outra área, a da saúde.

SONORA SANDRA ÁVILA

E imagina: Sandra, lá da computação que foi escolher computação porque queria fazer aquilo para ajudar pessoas. Eu entrei no conflito assim: eu estava realmente muito chateada comigo, não foi nem com a pessoa que me falou. Eu estava era comigo de ter acreditado no sentido que eu nem fui procurar.

THEO: Ela estava desenvolvendo um algoritmo para detectar casos de câncer de pele a partir de imagens quando isso aconteceu. Nem tinha cor de pele envolvida na análise, como a gente vai explicar já já, mas o viés apareceu mesmo assim. E muita gente da saúde está usando softwares de inteligência artificial para fazer estudos sobre melhores diagnósticos, novos remédios e até para decidir quem precisa de determinado tratamento. O que não está errado, a inteligência artificial realmente pode trazer benefícios para saúde - só que a discriminação algorítmica pode sabotar isso.

CAROL: Quando um escândalo de discriminação vem à tona, quem desenvolve essas tecnologias diz que não sabe bem como aquilo aconteceu que foi um erro pontual e coloca a culpa no robô. Só que uma inteligência artificial não nasce racista. Aliás, ela nem nasce, né... Ela é feita por pessoas.

THEO: Mas, assim como tem muita gente que nega o próprio racismo, que diz que “não vê cor”, tem muita gente que nega que a tecnologia é influenciada pela política. E aí o Tarcizio escreveu no livro dele uma coisa que faz muito sentido:

NARRAÇÃO DE LIVRO

Talvez esses erros frequentes não sejam glitches ou bugs, mas funcionalidades. Nos termos de Ruha Benjamin, talvez os erros sejam “antes um tipo de sinal de como o sistema opera. Não uma aberração, mas uma forma de evidência, jogando luz sobre falhas subjacentes em um sistema corrupto”.

CAROL: A história do racismo algorítmico é um grande exemplo de como não dá para pensar no conhecimento científico como algo descolado da sociedade. Mas essa história também é um exemplo de como a própria ciência ajuda a gente a descobrir coisas que são danosas, e encontrar novos caminhos.

CAROL: Nesse episódio, a gente vai mergulhar no mundo da tecnologia e trazer para superfície alguns dos perigos e dilemas que ele esconde. Eu sou a Carolina Marcelino.

THEO: Eu sou o Theo Ruprecht. E essa é a quarta temporada do Ciência Suja, o podcast que mostra que em crimes contra a ciência, as vítimas somos todos nós.

— SOBE SOM —

THEO: No primeiro episódio dessa temporada, a gente contou a história da Henrietta Lacks, aquela mulher negra dos Estados Unidos que teve células extraídas sem consentimento enquanto tratava um câncer de colo de útero nos anos 50. É a história daquelas células que são usadas até hoje em laboratórios por conseguirem se multiplicar sem parar, as células HeLa, lembra?

THEO: Então, na época, os Estados Unidos viviam no período das leis de Jim Crow, que eram leis estaduais e locais que institucionalizavam a segregação racial. Tanto que a Henrietta deu entrada na ala para negros do hospital Johns Hopkins, em Baltimore. O atendimento para negros tendia a [ser pior](#) do que o para os brancos, vale dizer, como apontam vários [estudos](#) sobre a época. Mesmo com essa discriminação descarada, ela até chegou a ser diagnosticada e tratada, mas logo morreu por causa da doença.

CAROL: Então agora a gente vai fazer um exercício de imaginação e pensar na Henrietta em 2023. Esse exercício foi proposto pela socióloga Ruha Benjamin, professora da Universidade de Princeton, num [texto dela](#) na revista *Science*. A Ruha, que a gente já citou, é uma baita referência.

CAROL: Bom, a Henrietta moderna chega no pronto socorro com os sintomas do câncer de colo de útero: dor forte no baixo ventre, sangramento e uma sensação de nó no estômago. Só que agora o Johns Hopkins usa a inteligência artificial para atender melhor os pacientes. Com base nessas queixas iniciais, no histórico da Henrietta e em outras variáveis, o software faz uma análise de risco que inclui milhões de cálculos em segundos, entende que o caso não é tão grave e manda a Henrietta para casa. Mas o câncer avança muito e no fim ela morre no mesmo tempo que teria morrido no passado.

THEO: O resultado não foi muito diferente do da Henrietta do passado; da Henrietta da vida real, né? E isso numa época em que o câncer dela, hoje, tem mais opções de tratamento. “Ah, Theo, você está olhando isso só pelo lado negativo, isso é uma história ficcional que vocês estão criando, sei lá”... Então, na verdade esse desfecho negativo é baseado em fatos reais. Agora você vai ouvir um jornal da rede norte-americana PBS:

TRECHO DO JORNAL DA PBS

Um estudo recente publicado na revista *Science* encontrou vieses racistas significativos em algoritmos usados por hospitais do país para determinar quem precisa de acompanhamento médico e quem não precisa.

THEO: Em 2019, [um grupo de pesquisadores](#) avaliou um algoritmo usado em vários hospitais nos Estados Unidos para determinar o quanto de acompanhamento cada pessoa precisaria nos próximos meses. E ele descobriu que pessoas negras classificadas com o mesmo grau de risco de seus pares brancos na verdade estavam bem mais doentes.

THEO: Ou seja, o sistema minimizava os quadros de saúde dos negros. E o curioso é que a cor deles nem era considerada pelo software. Os cientistas por trás do artigo descobriram que isso acontecia porque, na fase de desenvolvimento, o programa de computador passou a associar gastos menores de saúde com menor gravidade da doença. É aquilo: se meu câncer é menos agressivo, eu tendo a precisar de menos recursos para cuidar dele. E ok, pacientes negros tendiam a custar menos para o sistema.

CAROL: Só que essa diferença financeira na verdade não estava associada com menos tratamentos. O que rolava é que a população negra tinha menos acesso ao sistema de saúde, e por isso gastava menos recursos. Além disso, os profissionais de saúde tendiam a prescrever menos tratamentos para essas pessoas por acharem que a pessoa negra é mais resistente à dor, por exemplo – aquilo que a gente falou no primeiro episódio, lembra?

SONORA TARCIZIO SILVA

Não teria como não ser racista, porque todos os dados de treinamento foram enviesados racialmente. Então não bastaria fazer um sistema aparentemente neutro no código, né?

CAROL: Aí você ouviu o Tarcizio de novo. Quando os pesquisadores incluíram dados mais precisos sobre a condição de saúde, e não sobre o gasto de cada paciente, eles descobriram que o algoritmo tinha deixado passar quase 50 mil casos de pessoas que precisavam de mais atendimento. Não era uma Henrietta moderna, eram 50 mil.

THEO: O processo de tomada de decisão por um algoritmo envolve várias camadas e é meio difícil de explicar. Mas uma informação importante para guardar desde já é que, basicamente, eles são programas que aprendem a tomar decisões com dados que são fornecidos e pré-classificados pelos humanos. E os vieses podem entrar em várias etapas do processo, do recrutamento do time de desenvolvedores às bases de dados usadas para treinar a máquina. Ou melhor, os vieses estão na história por trás do dado.

THEO: É por situações como essa que a Ruha Benjamin chama a situação atual de “Jim Code”, uma referência ao Jim Crow dos anos 1950, aquelas leis de segregação racial dos Estados Unidos. Ela escreve assim no texto publicado na *Science*:

NARRAÇÃO DO ARTIGO

As práticas da era Jim Crow alimentam o novo “Jim Code” – os sistemas automatizados que escondem, aceleram e aprofundam a discriminação racial atrás de um verniz de neutralidade.

THEO: Isso faz a gente pensar numa tendência que tem ganhado força: a de usar as novas tecnologias para fazer pesquisas e criar ferramentas. Para gente que cobre saúde, já virou corriqueiro ler coisas como “inteligência artificial é a nova revolução em saúde” ou “inteligência artificial ajuda a reduzir cirurgias desnecessárias”, e por aí vai. É verdade que ela é mesmo muito promissora, e já tem usos positivos práticos – como ajudar na seleção de tratamentos a partir dos estudos mais recentes. Mas sem esse cuidado com os vieses racistas, há o risco de a tecnologia amplificar problemas que já estão aí. E ela avança mais rápido do que a gente discute isso.

CAROL: Hoje, [8% do total de](#) pesquisas publicadas citam a inteligência artificial como parte da metodologia usada ou como objeto principal do estudo mesmo. Isso segundo a base de dados *Scopus*. E aí um pessoal do grupo Nature, que é uma empresa gigante de revistas científicas, entrevistou mais de 1 600 pesquisadores para entender como isso funcionava na prática.

CAROL: Eles viram que os cientistas usavam a inteligência artificial para ajudar a escrever e resumir os artigos científicos, para dar uma mãozinha no *brainstorm* de ideias e na escrita de códigos de computador, para sugerir diagnósticos e triagem de pacientes... Enfim, para um monte de aplicação.

CAROL: Quase 70% dos participantes responderam que a principal vantagem do uso da inteligência artificial era a agilidade no processamento de dados. E pouco mais da metade estavam preocupados com a possibilidade de ela reforçar vieses nos dados. O problema é que boa parte dos cientistas não é especialista em inteligência artificial, só usa uma ferramenta como um ChatGPT da vida, para ajudar no trabalho.

CAROL: E aí dificilmente o cara vai entender onde o viés pode estar escondido. Um dos entrevistados nessa pesquisa da Nature chegou a dizer que, abre aspas, “o principal problema é que a inteligência artificial está desafiando nossos padrões de prova e de verdade”.

THEO: Parte desse problema acontece porque, para quem é de fora, a tecnologia parece mais um oráculo, uma coisa mágica, que você nem precisa entender bem como funciona. Aqui você vai ouvir o Tarcizio de novo, explicando o conceito de caixa preta, que é muito utilizado para justificar o funcionamento da inteligência artificial.

SONORA TARCIZIO SILVA

Uma caixa preta, nos estudos de tecnologia, seria basicamente um sistema que recebe algumas entradas, alguns inputs, e cospe resultados e outputs. E o que está ali dentro a gente não conhece em minúcias.

THEO: Guarda essa ideia de “caixa preta da tecnologia”, que a gente volta a falar disso daqui a pouco. Mas tem uma parte dessa engenharia toda que é mais fácil de entender: a decisão de que dado inserir no sistema. E agora a gente vai trazer uma história que ilustra bem essa situação.

SONORA SANDRA ÁVILA

Mas não tem como você questionar se você nem sabe o que que é, né? Você só vê os resultados lindos maravilhosos. Então você só fica empolgado e vai junto.

THEO: Essa aí é a voz da Sandra Ávila, a professora da Unicamp que você já escutou mais cedo. A Sandra trabalhava nessa época com um sistema de computador que processou muitas imagens de câncer de pele para aprender a detectar casos suspeitos em outras fotos.

THEO: Inicialmente, a Sandra começou a trabalhar com imagens de um pesquisador da Alemanha, e os resultados estavam muito bons. Depois o banco de dados foi ampliado e a taxa de acerto continuou alta. O software acertava praticamente tudo. Estava até bom demais para ser verdade, coisa que deixa qualquer cientista desconfiado.

SONORA SANDRA ÁVILA

Então a gente precisava conversar com pessoas especialistas para avaliar se os nossos acertos faziam sentido, e se os erros, se a gente tava errando algo que tava muito difícil, ou algo que é muito fácil.

CAROL: Um dos dermatologistas que a Sandra consultou pareceu ter ficado bem surpreso com a taxa de acertos em casos especialmente difíceis, mas também viu algumas confusões bobas em casos que teoricamente seriam fáceis de acertar. E aí o que ele falou para ela é que o que poderia estar bugando o software era o fato de ele também estar sendo treinado com lesões de pele nos pés, nas mãos e nas unhas.

CAROL: Segundo esse dermatologista, lesões nesses locais que apontavam para um câncer eram diferentes das lesões de outras partes do corpo. E aí o programa, que aprende a identificar padrões, ficava meio perdido às vezes. A Sandra e o orientador dela levaram isso em conta e passaram a marcar como “confusas” e excluir algumas das amostras que eram sinalizadas como lesões nesses lugares.

CAROL: Só que o câncer de pele em pessoas negras tende a aparecer justamente no pé, nas mãos e nas unhas. Então o que aconteceu, provavelmente, é que o software deixou de ser ensinado a diagnosticar esse tipo de lesão, que já era mal diagnosticada no consultório mesmo. Mas a Sandra só foi descobrir isso depois, em 2020, lendo uma reportagem do The New York Times chamada [“A dermatologia tem um problema com a cor da pele”](#).

SONORA SANDRA ÁVILA

O que não sabia, o que eu realmente não sabia, era que no momento que eu tava

lendo a reportagem e lá estava escrito dizendo que, essencialmente, a maior parte das lesões malignas, ou de lesões na verdade, elas aparecem na mão, na unha e no pé de pessoas negras. E eu imediatamente lembrei daquela conversa.

THEO: Quer dizer, já não tinha muitas lesões de pessoas negras no conjunto de dados que estava sendo analisado, que era basicamente de pessoas brancas. E as poucas que podiam ser ligadas a pessoas de pele negra ainda estavam sendo rotuladas como “confusas”. Então o trabalho da Sandra podia estar contribuindo para discriminar ainda mais as pessoas negras, mesmo ela estando com a melhor das intenções.

SONORA SANDRA ÁVILA

Eu entrei no conflito assim, tipo, que que eu estou fazendo, né? Eu estava realmente muito chateada comigo, não foi nem com a pessoa que me falou. Mas eu me questioneei como cientista no sentido de tipo: eu recebi informação e não fui atrás.

CAROL: Essa história é só para ilustrar como até uma pesquisadora mulher, negra, bem intencionada para caramba, que entrou na computação querendo ajudar as pessoas com o trabalho dela, pode ser afetada por um viés excludente.

CAROL: Aí vem a pergunta: será que outros softwares que hoje fazem análises de exames de imagem para encontrar doenças foram treinados com bases de dados representativas de diferentes populações? Essa é uma pergunta difícil de responder, e que até pouco tempo atrás nem era muito feita para falar a verdade. Só que com a Sandra foi diferente.

SONORA SANDRA ÁVILA

O que aconteceu: depois que eu li a reportagem, eu fiz bem assim: agora vou fazer projetos exclusivos para pessoas de pele negra.

CAROL: A Sandra conseguiu um financiamento em 2022 e agora está ajudando a desenvolver um programa especialmente voltado para pegar tumores de pele em pessoas negras, inclusive consultando dermatologistas especialistas nessa população. A ideia é tentar fazer a tecnologia enxergar melhor, porque hoje ela tá meio míope, coitada. E isso é um baita problema hoje, não só na área da saúde. Mas calma que depois do intervalo a gente se afunda mais nesse buraco.

INTERVALO

CAROL: Esse intervalo é para lembrar o Ciência Suja tem o apoio do Instituto Serrapilheira, que fomenta projetos de pesquisa e divulgação científica. Tem muita coisa bacana que eles apoiam, dá uma olhada no www.serrapilheira.org

THEO: A gente reforça também o convite para que você seja um apoiador do Ciência Suja. Faça como o Deolindo Crivelaro, a Patricia Maria e o Marcello Napolitano, que são apoiadores da categoria Paladinos da Ciência, e vem com a gente nessa. Valeu demais!

CAROL: O Ciência Suja também faz parte da Rádio Guarda-Chuva, uma confraria de podcasts jornalísticos com grandes projetos em áudio. A nossa dica de hoje é uma série especial que está no ar na Rádio Escafandro, do jornalista Thomas Chiaverini.

CAROL: Ele começou uma série investigativa sobre uma mistura de seita com organização criminosa que atua na cidade de Itacoatiara, Amazonas. O projeto, mantido por um suposto pastor, é voltado para o resgate e a recuperação de usuários de drogas. Mas ele expõe e humilha pessoas em lives do Facebook, e acumula acusações de trabalho escravo, maus tratos e desvio de dinheiro para enriquecimento pessoal. Durante a série, os episódios de Escafandro serão semanais, não quinzenais.

FIM DO INTERVALO

THEO: Para fazer esse episódio, a gente conversou com alguns pesquisadores negros que estão querendo resolver esses vieses racistas de certas tecnologias, e a gente perguntou porque eles resolveram trabalhar com o assunto.

SONORA NINA DA HORA

Eu vi esse problema acontecer comigo e foi uma experiência pessoal muito impactante, porque eu fiquei pensando logo nas crianças negras pequenas que vão ter acesso a essa ferramenta. Eu falei assim: mano, eu vou entrar em desespero. Não tem como, eu vou precisar parar para estudar isso.

THEO: Essa voz que você escutou agora é a mesma lá do começo do episódio. É a Nina da Hora, contando o que ela pensou depois daquela experiência em que um robô não reconheceu o rosto dela como um rosto humano. A Nina é uma jovem expoente da ciência da computação, e não por acaso é orientada pela Sandra Ávila lá no mestrado na Unicamp. Ela pesquisa esse problema do racismo dentro da área de visão computacional.

CAROL: Visão computacional é um conceito que tem a ver com o caso da Sandra, do algoritmo pro câncer de pele. Mas bora explicar nas palavras da Nina mesmo.

SONORA NINA DA HORA

Então, é uma das áreas de aprendizagem de máquina, que trabalha com a ideia de você tentar reproduzir a imagem que o olho humano cria, que o cérebro cria e que o olho humano consegue enxergar, no ambiente digital.

CAROL: Essa tecnologia é usada cada vez mais, e está chegando com tudo na segurança pública brasileira. A ideia é fazer um computador enxergar como a gente, só que com um alcance e uma nitidez muito maiores. E além de enxergar, ele é capaz de “categorizar”, entre aspas, o que ele está vendo. De processar o que ele está vendo para gerar uma informação relevante. Interessante, né? Pelo menos em teoria.

THEO: O lance é que tem muitos casos em que isso está dando ruim. Em 2015, o aplicativo Google Fotos tinha acabado de ser lançado e aí ele começou a classificar pessoas negras como gorilas. Uma reportagem do The New York Times testou os aplicativos agora em 2023, e a solução foi simplesmente impedir o tagueamento de primatas na plataforma. Eles não melhoraram a visão da inteligência artificial, eles só censuraram a máquina, vai.

THEO: Para entender porque o robô comete esses “erros”, é bom a gente dizer que ele é construído para simular o funcionamento da mente humana. E, não à toa, um modelo de aprendizado bastante usado é a chamada rede neural.

SONORA NINA DA HORA

É um modelo de aprendizagem de máquina que tenta se inspirar no funcionamento do cérebro humano. Eu falo “tenta”, porque nós não conhecemos totalmente como o cérebro humano funciona.

THEO: Só que, apesar das expressões “inteligência artificial”, “rede neural” ou “aprendizado de máquina”, o que o algoritmo faz é muito longe de uma inteligência humana ou de um aprendizado humano. Nesse contexto, a Sandra mesmo só usa esse termo aprendizado com aspas.

SONORA SANDRA ÁVILA

Do ponto de vista de linguística da de realmente significado da palavra aprendizado, ele envolve muito mais do que de fato, o que tá acontecendo para máquina. Então a máquina ela tá fazendo correlações, pode até não ser só correlações, mas ela tá fazendo combinações. E eu vou colocar aqui uma função que tem muitos parâmetros e, dependendo de como você passa aquelas informações, ela dá o resultado. Então não tem um raciocínio sobre aquilo.

THEO: É isso aí: um processo de aprendizado humano envolve raciocínio, pensamento crítico, etc. O que o algoritmo faz é receber instruções e dados, e processar os dados de acordo com aquela instrução que alguém criou. É uma sequência de operações matemáticas que tenta fazer a máquina gerar conclusões a partir de dados.

SONORA NINA DA HORA

Dentro desse aprendizado entre aspas, tem camadas que são opacas que nós enquanto desenvolvedores cientistas da computação, sabemos dessa opacidade.

CAROL: Lembra daquela história da caixa preta? Então, a ideia por trás disso é que a máquina recebe instruções gerais, aí ela processa um monte de informações e no fim gera conclusões que muitas vezes ninguém consegue explicar 100% como ela chegou a esses resultados. É complicado mesmo. Para pegar um exemplo hipotético e simplista, o humano fala para máquina “olha, essas fotos aqui são de baleias, essas outras aqui são de golfinhos. Eu quero que você procure padrões nessas centenas de imagens para diferenciar entre baleias e golfinhos”. Aí beleza, a máquina vai, gasta um tempinho e faz isso.

CAROL: Aí o humano chega e diz “tá, então agora eu vou colocar essas outras imagens aqui e você vai me falar quais são de baleia e quais são de golfinho sem eu falar isso antes. Aí ela vai, usa os padrões e começa a categorizar, com uma taxa de acerto X – e que quase nunca é 100%. Mas o lance é: quais são esses padrões que a máquina definiu para fazer a diferenciação? Então, a gente não sabe, pelo menos não sem ficar testando a máquina, e checando cada linha de código dela.

CAROL: Eu estou falando isso para reforçar que intervir nesse processo é mais complicado do que parece. E também porque, nesse processo, a máquina pode criar padrões que reproduzem preconceitos tão antigos quanto a própria criação da ciência moderna.

THEO: Eu vou trocar então a história hipotética das baleias e dos golfinhos por uma real sobre a categorização de criminosos para você entender melhor. Essa lógica está longe de ser nova, ela vem do século 19 com aquela coisa de humanos superiores e inferiores. A gente já falou sobre isso em outros episódios do Ciência Suja, inclusive no episódio passado, o segundo dessa temporada. Ali a gente contou a história do Samuel Morton, que usava a medida de crânios como “prova” de que os brancos seriam superiores. Tudo mentira.

THEO: Raciocínios parecidos foram usados na mesma época também pelo Cesare Lombroso, um criminologista italiano que achava que as características físicas de uma pessoa determinam o quão perigosa ela era para a sociedade. E em muitos outros estudos também você vê esse raciocínio racista.

THEO: Então, para quem pesquisa o viés da tecnologia, o que a gente está fazendo agora é reciclar esses raciocínios, reciclar essas ideias, que já foram inclusive rotuladas como pseudociência, mas que voltaram a ganhar o ar de neutralidade que é dado por toda máquina. No livro do Tarcizio, ele cita um trabalho chinês de 2016 que disse ter identificado padrões parecidos nos rostos de 2 mil criminosos.

NARRAÇÃO DO LIVRO

A comunidade científica refutou o estudo, mas os pesquisadores retrucaram com o argumento que “como a maioria das tecnologias, o aprendizado de máquina é neutro”, e que o estudo deveria ser louvado por ser supostamente o “primeiro a estudar a inferência por faces sobre criminalidade e livre de quaisquer vieses subjetivos de observadores humanos”.

CAROL: O estranho é que o algoritmo é “super neutro, pode confiar tá?”, mas daí, quando ele erra, a gente joga a culpa nele mesmo. A Nina resumiu a situação.

SONORA NINA DA HORA

Quando esses problemas começaram a acontecer de forma muito rápida, a disseminação deles tem sido muito rápida, as pessoas começaram a falar que a culpa

é do algoritmo. E aí nós esquecemos das pessoas que estão construindo e dando continuidade a essa perspectiva que foi pensada no século 19.

CAROL: Então sai um pouco do ambiente de inteligência artificial e pensa, por exemplo, como um segurança de shopping tenta identificar um suspeito de roubar uma loja.

SONORA NINA DA HORA

Por exemplo, uma pessoa negra como eu. Se eu entrar de short e chinelo e uma camiseta de time no shopping, eu já vou ser seguida porque eles entendem que é uma pessoa suspeita, mas suspeita de que? Por que isso já está enraizado na nossa sociedade? Essa visão, essa perspectiva?

CAROL: Essa suspeita do segurança está espalhada pela sociedade. E ela pode estar na cabeça do programador que faz o algoritmo, e também está nos dados disponíveis para a máquina. Então a máquina vai lá, processa a informação e crava: “padrão de roupa de time, uhm, suspeito. Padrão de cor de pele, uhm, bem suspeito. Conclusão: pega o cara”.

CAROL: E é por isso que a área da segurança pública é uma das que mais preocupa os pesquisadores hoje.

SONORA PABLO NUNES

A tecnologia está sendo utilizada em favor de um processo de encarceramento em massa que já é profundamente marcado pelo racismo.

THEO: Esse aí que você escutou é o Pablo Nunes, ele é doutor em Ciência Política pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e é um dos coordenadores do Centro de Estudos de Segurança e Cidadania, o CESEC.

THEO: O Pablo monitora o uso do reconhecimento facial no Brasil, e foi indicado para gente pela Cecília OLLiveira, uma jornalista que sabe tudo de Segurança Pública. Ela fez uma participação ótima no nosso episódio “A Ciência das Guerras”, da segunda temporada, no ano passado.

THEO: Mesmo sem nenhuma regulamentação sobre o assunto, polícias e governos já estão usando softwares de inteligência artificial e reconhecimento facial no país. Como a gente falou, até setembro de 2023, mais de mil pessoas foram presas pelo sistema de reconhecimento facial do governo da Bahia, que encontra procurados pela justiça em eventos e outras áreas públicas.

THEO: Só que pelo menos um desses mil é comprovadamente inocente. Pelo menos, né. Ele foi detido na frente da mulher e do filho numa festa, ficou 26 dias preso e ainda perdeu o emprego. E de novo, não é um errinho isolado.

SONORA PABLO NUNES

Aqui no Rio de Janeiro uma mulher foi detida como sendo uma pessoa procurada pela justiça. Depois de horas tentando provar que ela não era a pessoa procurada, a polícia descobriu que ela não só não é a pessoa procurada como na verdade a pessoa procurada já estava presa há 4 anos.

THEO: O Pablo é uma máquina de “casos isolados” e estatísticas sobre o assunto.

SONORA PABLO NUNES

O que a gente ouve desses policiais é que para cada uma pessoa que é detida e que realmente é a pessoa procurada, existem 30 a 40 chamadas e abordagens equivocadas. Uma taxa de erro tão absurda que a gente deveria inclusive, para além de pensar nas questões de violação de vieses racismo, a gente deveria pensar também se essas são tecnologias que ajudam a política de segurança pública.

CAROL: Errinhos aqui, errinhos ali, e você já deve estar imaginando o perfil de quem é lido como alvo pela máquina, né?

SONORA PABLO NUNES

Quando a gente olha quem foi preso por reconhecimento facial lá em 2019, a gente conseguiu monitorar, nos casos em que a gente conseguiu informação, que 90% dessas pessoas eram pessoas negras, e foram presas por crimes sem violência. Tráfico normalmente de pequenas quantidades de drogas.

CAROL: O Pablo está mencionando [um relatório que ele ajudou a construir](#). Você encontra esse e outros materiais que a gente trouxe no episódio na descrição dos tocadores e do nosso site.

CAROL: Só que, mesmo com essas falhas, o uso da tecnologia de reconhecimento facial dentro da polícia está avançando. Recentemente, o governo do Rio de Janeiro usou drones equipados com câmeras de reconhecimento facial para encontrar suspeitos em operações policiais da Favela da Maré.

THEO: E agora a prefeitura está se gabando do [Smart Sampa](#) como solução para a violência urbana. O Smart Sampa é um projeto com uma empresa que vai faturar quase 600 milhões para instalar 20 mil câmeras de reconhecimento facial pela cidade. Aí você liga os pontos com essa ideia de que bandido tem cara (e cor), e calcula o perigo.

RESPIRO

THEO: O buraco é mais embaixo quando a gente fala de como e onde esses algoritmos de reconhecimento facial são treinados. Então primeiro vamos falar do desenvolvimento do algoritmo, a parte ciência da coisa, que é feito fora do país.

SONORA PABLO NUNES

Nesse momento é que a gente tem esse viés sendo imputado a partir do treinamento dos bancos de dados majoritariamente brancos. Isso acontece também porque a maioria dos desenvolvedores dessas tecnologias também são homens brancos, principalmente do Norte Global.

THEO: O caso da Imagenet ilustra bem o problema dos bancos de dados que municiam as ferramentas de inteligência artificial. O Imagenet tem mais de 14 milhões de imagens armazenadas, e serviu de base para muitas competições de desenvolvedores que ajudaram a revolucionar o campo da visão computacional.

THEO: Só que essas imagens foram obtidas no Google sem nenhuma transparência e sem consentimento dos retratados e dos fotógrafos. Para piorar, elas foram classificadas por pessoas como eu e você, do mundo todo. Elas tinham poucas instruções e recebiam centavos de dólares por cada cem imagens analisadas.

CAROL: Ou seja, quem descrevia as imagens que depois seriam usadas de treinamento para inteligência artificial não sabia muito bem o que estava fazendo, e muito menos as implicações disso. Ah, e as imagens eram de 2006, quando havia muito mais desigualdade no acesso a internet.

SONORA TARCIZIO SILVA

E uma pesquisadora do Paquistão alguns anos depois analisou de onde eram cada uma dessas imagens utilizando um recurso de dado e identificou 50% das imagens eram os Estados Unidos ou Inglaterra, acho que era tipo 37 dos Estados Unidos, 14 da Inglaterra e depois tinha Itália, Alemanha e sei lá, acho que 5% era de outros países pobres países do sul global.

CAROL: Então um monte de inteligência artificial foi treinada com poucas imagens que ajudassem a pegar sutilezas na fisionomia de pessoas negras, por exemplo. E vale ressaltar um ponto que o próprio Tarcizio e a Nina falaram sobre essa história. Por um lado, a Imagenet ajudou a impulsionar a ciência, porque ofereceu uma base para diferentes projetos de inteligência artificial. Por outro, ela reforçou práticas discriminatórias, porque, na melhor das hipóteses, ele não é representativo da população.

SONORA TARCIZIO SILVA

Então essa base de dados incorporou todos esses problemas. E aí é uma pesquisadora que chama Abeba Birhane, que utiliza o termo vitória pírrica, que é aquela vitória em que alguém ganhou algo, mas todo mundo morreu.

THEO: A vitória Pírrica é uma expressão que vem do Império Romano, no período das Guerras Pírricas. Pirro era um dos reis que se opunha a Roma, e venceu uma batalha importante. Mas as perdas do exército dele foram tão significativas que ele não tinha mais como se defender, então a vitória meio que virou uma derrota em longo prazo.

THEO: É mais ou menos isso que tá acontecendo com o reconhecimento facial hoje. Os softwares comparados lá fora pelos governantes estão sendo desenvolvidos há anos com a ajuda desses bancos de dados cheios de falhas e vieses. E aí, quando chegam no Brasil, esses softwares são alimentados por outras fontes suspeitas.

CAROL: Tem mais empresas, como a Clearview, que usam robózinhas chamados de “webcrawlers”, algo como rastejadores da rede numa tradução livre, para captar imagens de pessoas em plataformas de rede social como o Instagram e o Facebook. A Clearview alega ter 3 bilhões de imagens em seu sistema de reconhecimento facial, que já está sendo testado por autoridades brasileiras. Isso segundo [o veículo de imprensa The Intercept Brasil](#). Pode ser até que você, ouvinte, esteja sendo “observado”.

SONORA PABLO NUNES

Eu, você, provavelmente nossos ouvintes, têm registros nessa Clear View. Eles alegam ter mais de 3 bilhões de fotografias coletadas em redes sociais

CAROL: Não é à toa que vários países no mundo estão criando leis para restringir o reconhecimento facial em áreas públicas e a captura de imagens online. Só que o Brasil está ficando para trás.

SONORA PABLO NUNES

Então veja: nós estamos em total contramão com o que a gente tem visto sendo desenvolvido no contexto internacional. O Brasil na verdade está realmente num processo de ficar completamente alijado do que tem sido feito de melhor do ponto de vista de como lidar politicamente com essas tecnologias que a gente tem visto hoje.

THEO: A pesquisadora canadense Joy Boulamwini, do Massachusetts Institute of Technology, teve um problema parecido com o da Nina da Hora. Enquanto desenvolvia um projeto de arte digital com reconhecimento facial, o sistema que ela estava usando, o Amazon Rekognition, simplesmente não detectava o rosto dela.

THEO: Aí a Joy fez um teste: ela colocou, literalmente, uma máscara branca de papel na frente do rosto, e plim! o sistema funcionou. Essa cena, aliás, está no início do documentário “Coded Bias”, que está na Netflix, e a gente recomenda bastante.

CAROL: Aí a Joy começou a fazer pesquisas sobre o assunto, como o [Gender Shades Project](#). Nessa iniciativa, ela mostra que, enquanto a precisão desses softwares para reconhecer um homem branco passa dos 90%, para mulheres negras fica na casa dos 60%.

CAROL: No documentário da Netflix, a Joy e outros especialistas discutem os efeitos de tudo isso. Um exemplo aqui: se uma ferramenta de reconhecimento facial tem dificuldade de enxergar uma pessoa negra, então será que uma pessoa negra tem menos chances de ser vista por um sistema de direção autônoma de um carro? Se sim, o risco de ela ser atropelada é óbvio.

THEO: Outro tipo de prejuízo que a inteligência artificial pode oferecer é o chamado dano representativo, que é quando o sistema reproduz ou reforça algum estereótipo ou preconceito sobre um grupo social.

THEO: Teve uma brincadeira feita pelo BuzzFeed agora em 2023 sobre “a boneca Barbie típica de cada país”, que é gerada pela Midjourney. A Midjourney é uma ferramenta que transforma entradas de texto em imagens. Só que ela produziu uma série de Barbies latino-americanas de pele clara, o que contraria a cor de pele predominante por aqui. E ela colocou um fuzil na mão da suposta Barbie do Sudão do Sul.

THEO: Outro caso bizarro aconteceu no Brasil mesmo, no fim desse ano aqui, quando a deputada estadual do Rio de Janeiro Renata Souza foi criar sua “versão Pixar”, aquela empresa de animação que faz filmes fofinhos, tipo UP e Procurando Nemo. Ela contou em uma publicação no Twitter que pediu para ser uma personagem da Pixar negra, de cabelos crespos, retratada numa favela. E recebeu de volta uma ilustração “sua”, entre aspas, só que segurando uma arma.

CAROL: Aí a gente entra no campo da inteligência artificial generativa, que mistura várias dessas tecnologias para criar textos e imagens. O ChatGPT é a ferramenta de inteligência artificial generativa mais pop do momento.

CAROL: Ele é um modelo de linguagem que lê boa parte do que é escrito e publicado na Internet. Daí ele calcula a probabilidade de uma palavra vir atrás de outra em um texto que faça sentido. Sabe o recurso de “autocompletar” das pesquisas do Google? É mais ou menos isso.

CAROL: No começo, ele trabalhava mais “livre”, entre aspas. Mas muito rápido o ChatGPT precisou de supervisão humana, porque ficou claro que o robô era capaz de reproduzir discursos discriminatórios.

THEO: Mas mesmo assim alguns truques simples conseguiam driblar os filtros criados para evitar a produção de textos racistas ou antiéticos. No final de 2022, um usuário do Twitter pediu que o ChatGPT escrevesse um código que definisse se uma pessoa deveria ser ou não torturada de acordo com seu país de origem. Aí o ChatGPT decidiu “da cabeça dele”, entre muitas aspas, que, se uma pessoa viesse da Síria, do Irã, da Coreia do Norte ou do Sudão, sim, ela deveria ser torturada.

SONORA SANDRA ÁVILA

Se os dados carregam os problemas que tem a sociedade, a máquina vai lá e faz a mesma coisa. Pior, porque ainda faz com muito mais informação. Automatizaram o problema, estão automatizando o problema.

THEO: Pesquisando sobre isso, acendeu uma luzinha aqui na equipe do Ciência Suja. Quer dizer, isso é coisa do Pedro Belo, o nosso produtor. Ele estava se divertindo com

uns trailers de filmes e programas fictícios que foram desenvolvidos por sistemas de inteligência artificial na Internet. E convenhamos que dá pra rir mesmo de um filme fake em que o Tom Hanks salva o mundo de drones alienígenas assassinos com um bastão de beisebol. Ou de um em que o saudoso Chorão, da banda Charlie Brown Jr, anuncia a paz mundial em um pronunciamento na Assembleia-Geral da ONU– e eu assistiria fácil esse filme do Chorão, aliás, mas esse ainda não fizeram, hein gente, fica a dica aí para vocês.

THEO: E foi aí que o Pedrão caiu nos conteúdos que o Rudah de Paula vinha publicando nas redes. Os dois trabalharam juntos na Editora Abril entre 2015 e 2018, quando o Rudah coordenava a equipe de vídeo da Veja São Paulo. Nessa época inclusive eu estava uns andares abaixo escrevendo sobre exercício, alimentação e bem-estar para a revista Saúde.

CAROL: Bom, o Rudah tinha acabado de subir um trailer com roteiro feito pelo ChatGPT e imagens desenvolvidas pelo Midjourney, aquela ferramenta que criou as Barbies para lá de problemáticas para aquele teste do BuzzFeed. O trailer era sobre um programa gastronômico intergaláctico.

CAROL: Aí o Pedro pensou em produzir um trailer para o nosso próximo episódio, que vai falar de colonialismo na arqueologia e na paleontologia. A ideia era pedir para os programas imaginarem uma história fictícia e ver se ele reproduziria algum viés racista. O briefing que ele e a Chloé passaram era:

NARRAÇÃO DO BRIEFING

“Criar um roteiro de aproximadamente um minuto para um trailer de um filme sobre um arqueólogo em busca de artefatos históricos em um país distante. Mostrar cenas com obstáculos enfrentados na jornada e confrontos com a população local e o antagonista, que também quer os mesmos artefatos. No fim, ele está estudando o artefato em sua faculdade de volta em seu país de origem.”

CAROL: A gente não definiu de propósito qual o país ou a etnia dos personagens. Porque a gente queria ver o que o Midjourney ilustraria como arqueólogo, ou como um cientista. E como ele via um “país distante”.

TRECHO DO TRAILER

Em um país distante, um segredo milenar aguarda ser descoberto. Estamos perto, eu posso sentir.

THEO: E aí logo nas primeiras tentativas, o arqueólogo veio muito que nem o Indiana Jones: um cara branco, de meia idade, olhos azuis penetrantes. Já os inimigos do país distante eram uns homens com turbantes. Tudo seguindo uma cartilha do que é exótico (e do que é ciência) para um europeu ou norte-americano, né?

THEO: A gente vai falar mais disso no próximo episódio, sobre arqueologia e paleontologia no sul global. E você pode conferir nas nossas redes o resultado final do

trailer, que foi animado em uma outra ferramenta chamada Pika Labs, dublado em outra que é a Eleven Labs, e editado pelo Rudah, que é humano mesmo e também percebeu esses vieses.

SOBE SOM TRAILER

O que você procura pertence a mim. O que é descoberto ecoará pela eternidade.

CAROL: Vários dos casos que a gente trouxe no episódio são focados em pessoas negras, mas os vieses dos algoritmos também trazem prejuízos contra outras etnias e mulheres. No site do projeto Desvelar, do qual o Tarcizio Silva participa, já tem 126 casos de discriminação documentados. Com a ajuda da pesquisa dele, a gente vai trazer esses exemplos com uma clássica listinha do Ciência Suja.

THEO: Número 1: aplicativos de embelezamento, envelhecimento ou rejuvenescimento que embranquecem o rosto.

CAROL: Número 2: análise facial de emoções que associa categorias negativas a pessoas negras.

THEO: Número 3: mecanismos de buscas que recomendam conteúdos e produtos relacionados à prática de crimes para pessoas negras.

CAROL: Número 4: softwares para detectar risco de reincidência em criminosos condenados que avaliam pior pessoas negras do que brancas.

THEO: E número 5: programas que ajudam no recrutamento de funcionários e que automaticamente excluem currículos de mulheres.

CAROL: Para tentar frear esse processo, cada vez mais gente tem trabalhado o conceito de justiça algorítmica. A ideia é discutir leis e regulações para esse campo tecnológico e abrir a caixa preta dos algoritmos. Mas não só.

SONORA SILVANA BAHIA

Precisa humanizar esse processo para entender que a máquina toma uma ação, sim, mas ela está tomando uma ação baseada em dados. E quem coloca os dados? Que dados a gente tá usando? Então assim dizer também que os dados eles carregam a cultura.

THEO: Essa aí que você escutou agora é Silvana Bahia. Ela é jornalista e diretora executiva do Olabi, uma organização que trabalha para promover a diversidade e a inclusão na área de tecnologia. Ela toca um projeto bacana, o Pretalab, que é focado na presença de mulheres negras dentro desse mercado. E esse questionamento que ela está fazendo é bem importante.

SONORA SILVANA BAHIA

A gente tem alguns dados hoje que foram produzidos ali pela Brascom, que vai dizer que 18% dos graduandos da computação no Brasil são mulheres. Quando a gente traz a lente de raça junto com a de gênero, a gente vê que esse número diminui muito. Então são apenas 3% de mulheres negras nos cursos de engenharia da computação e 11% de mulheres negras no mercado de trabalho. Isso não reflete a sociedade que a gente é.

CAROL: Então ter mais representatividade ajudaria muito. Só que todos os programadores e pesquisadores, brancos, negros ou o que for, precisam também de pensamento crítico.

SONORA SILVANA BAHIA

Não adianta só apertar o botão, saber programar, porque na realidade a gente está falando de algo que muitas vezes a gente separa na sociedade, de conhecimento na área das exatas da técnica, só que está totalmente imbricado. Então, se não tem pensamento crítico, eu acho que não adianta ter só pessoas negras fazendo isso.

THEO: A gente precisa entender como essas tecnologias funcionam e quais os vieses delas para gente decidir como sociedade onde a gente acha que elas devem ser aplicadas, e onde não. E como também.

CAROL: Mas corrigir esses problemas custa caro, dá trabalho e, muitas vezes, os pesquisadores não são ouvidos quando apontam os problemas para as grandes empresas de tecnologia. Aliás, o que não falta é cientista alertando para o perigo de um futuro tecnocrata. A gente não vai mais viver sem os algoritmos, isso é um fato. Mas tem que dar um jeito para que negros não precisem mais usar máscaras brancas para serem reconhecidos por eles.

CAROL: Essa é uma imagem que evoca quase que literalmente o título do primeiro livro do psiquiatra e filósofo Frantz Fanon, que fala das relações psicológicas entre colonizados e colonizadores. O nome da obra é: “Pele Negra, Máscaras Brancas”.

CAROL: Como escreveu o Fanon, pensar nisso tudo é urgente para que abre aspas:

NARRAÇÃO DO LIVRO

“Jamais o instrumento domine o homem. Que cesse para sempre a servidão do homem pelo homem”.

ENCERRAMENTO

THEO: Antes de ir para os créditos, a gente queria fazer um agradecimento especial para a Maria Vitória Pereira, que fez um TCC sobre a questão das câmeras de reconhecimento e que ajudou bastante a gente aqui. Aliás, ela ajudou na apuração desse episódio também. Obrigado, Maria Vitória.

CAROL: E obrigado também ao Rudah de Paula, que ajudou a gente a criar aquele trailer a la Indiana Jones, e a entender os processos por trás disso. A quarta temporada do Ciência Suja é apresentada por mim, Carol Marcelino.

THEO: E por mim, Theo Ruprecht.

CAROL: Para essa temporada toda, nós temos a consultoria do professor Luiz Augusto Campos. A gente não colocou sonoras do Luiz nesse episódio, mas ele indicou muitas referências e entrevistados para a gente.

THEO: Este episódio foi produzido pela Chloé Pinheiro e pelo Pedro Belo.

CAROL: O roteiro também é do Pedro e da Chloé, com pitacos de toda a equipe. A edição de som, os ambientes sonoros e as trilhas originais são do Felipe Barbosa.

THEO: Neste episódio nós usamos um trecho de áudio da PBS e do documentário Coded Bias, da Netflix.

CAROL: As vozes complementares são do Felipe Barbosa e da Chloé Pinheiro.

THEO: As artes das capas e o projeto gráfico do Ciência Suja são obra da Mayla Tanferri e do Guilherme Henrique.

CAROL: O nosso site foi desenvolvido pelo Estúdio Barbatana. Nele ou no seu tocador favorito e no Youtube, você encontra todos os episódios do Ciência Suja.

THEO: Siga a gente nas redes sociais. O Ciência Suja está no Instagram, Twitter, Facebook e TikTok.

CAROL: A gente se vê daqui duas semanas, no quarto episódio desta temporada. Até lá!