



<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/paulo-nobre2>

Experimentando a relação entre a modelagem climática, os saberes indígenas e a ciência do amor - Entrevista com Paulo Nobre

Por: Emanuely Miranda [1]

Editora: Susana Dias

Em entrevista à ClimaCom, Paulo Nobre defende ações que combinam o âmbito pessoal ao coletivo, apela para o reconhecimento das espiritualidades indígenas como forma de saber e reivindica políticas públicas de adaptação e mitigação.

Como será o futuro? Filmes e livros de ficção científica se interessam por essa pergunta e tentam, por meio das artes, respondê-la. Enquanto isso, as mais diversas vertentes religiosas defendem suas narrativas a respeito. Parece haver uma ansiedade coletiva que se indaga sobre o que haverá de ser. Mas e a ciência? O que ela tem a dizer nesse sentido?

Para a modelagem climática, o que está por vir pode ser imaginado por meio de articulações entre ciências exatas. Juntas, elas tateiam explicações e modelam possibilidades vindouras. No entanto, contrariando suas próprias classificações e rigores, as mesmas produzem incertezas.

Assim sendo, quando questionado sobre o que podemos de fato imaginar para o futuro, Paulo Nobre (doutor em meteorologia pela University of Maryland, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e coordenador do tema transversal de Modelagem Climática do INCT Mudanças Climáticas - Fase 2) desafia os fatos da racionalidade ocidental e acadêmica a fim de propor o amor como ficção possível.

Em entrevista à ClimaCom, apontando para o amor como caminho, Paulo Nobre desvia de perspectivas cartesianas e dicotômicas que se estabelecem sobre as ciências exatas, defendendo o



diálogo da modelagem climática com as ciências humanas e as espiritualidades indígenas. Além disso, insiste nas afetações do microcosmo em relação ao macrocosmo e pleiteia por políticas públicas que viabilizem as pesquisas de jovens pesquisadores e pesquisadores que se interessam pelo clima.

ClimaCom: A modelagem climática se caracteriza como um braço da climatologia que articula física, matemática e computação a fim de imaginar o que está por vir no que tange ao clima ou, mais especificamente, à crise do clima. Em sua participação na série *EntreVidas*, produzida e veiculada pela *ClimaCom*, você disse: “Nós temos que notificar e noticiar as pessoas, nossos colegas, nossos vizinhos, o presidente da República e os donos das firmas de que existe uma ameaça global. Essa ameaça não é para as próximas gerações. Essa ameaça é para esta geração”. Diante do cenário de urgência no qual estamos inseridos, qual a relevância dessa ciência e de seus modelos para as estratégias de adaptação e mitigação perante o aquecimento global? O que eles trazem para a cena científica, social e política?

Paulo Nobre: Foi importante aquele trabalho da *EntreVidas*! Aquela entrevista foi feita há anos já e só cresceu em relevância, em importância, em urgência. No passado, alguns grupos (tomadores de decisão, políticos, economistas) poderiam pensar: será que é tão sério assim, mesmo? Eu posso dizer para você que é muito mais sério do que nós imaginávamos. E não obstante isso, devido a essa seriedade, na consequência nas vidas das pessoas, é que eu digo que hoje talvez nós estejamos mais próximos da consciência da necessidade de uma ação coletiva. A ação é coletiva e é individual ao mesmo tempo. Ela é individual nas nossas posturas, nas nossas opções diárias. Coisas simples como reciclar, colocar o lixo orgânico para compostar, reciclar os materiais sólidos que podem se transformar em outras coisas, através da economia circular... E vai até os programas nacionais de educação, de ciência e tecnologia, de transição energética, de produção de alimentos. O que era um alerta, hoje acho que é uma demanda. É uma exigência. E essa exigência passa por questões intransponíveis e inadiáveis. Vou dar um exemplo: fala-se muito em reduzir o desmatamento da Amazônia, principalmente, mas de todos os biomas. Do Cerrado, da Caatinga, da Mata Atlântica,



que já foi quase toda ela dizimada ao longo dos anos. Há uma necessidade de estancar o desmatamento. Mas não é suficiente estancar o desmatamento. É necessário replantar. Então, hoje é 2024. 2034 também vai chegar. E eu temo que a nossa inação, nesse sentido, vá nos fazer perguntar por que que em 2024 - quando os extremos climáticos já estavam atingindo proporções como alguém atravessar o rio Solimões a pé, do estado do Rio Grande do Sul ser inundado por chuvas com mortes e danos - como foi que nós não paramos e não acordamos para essa necessidade? Aí nós vamos nos perguntar, talvez lá no futuro: será que a ciência não sabia? Então, hoje eu posso lhe dizer. A ciência sabe o suficiente para informar da gravidade e da urgência de que nós tomemos uma ação coletiva e demos o exemplo como uma nação em desenvolvimento com enormes necessidades e carências de igualdade social, de inclusão social. Mas não é só inclusão social. É inclusão econômica, inclusão cultural, inclusão no conhecimento, na capacidade de ser um cidadão do mundo. Cada vez mais. É nós nos abraçarmos e nos articularmos para essas muitas ações. Então, lógico, nós poderíamos falar aqui por muito tempo quais ações são essas. Então, a primeira coisa que eu falei é ação pessoal. A compreensão de que a ação começa no indivíduo. A compreensão de que a solução não vem do governo ou das empresas. Ela começa no indivíduo ao falar: “é uma situação urgente e eu preciso tomar uma posição”. Sabe como é isso? É como quando você vai num pronto-socorro e tem lá vários tipos de botão que você aperta. O que você está com? Dor de garganta, dor de cabeça, dor torácica? Quando você põe que é dor no tórax, abrem todas as portas e você entra igual uma flecha lá dentro. Por quê? Porque existe o risco de vida. Existe a pessoa que está tendo um infarto. Então, nós estamos diante disso, que é uma catástrofe climática. E a inação... É como se eu falasse: “Ah, está com dor no tórax? Tá bom, então fica ali esperando. Quem sabe passa...” Não passa! O grande diferencial que nós vivemos hoje é que a mudança climática não é uma gripe que passa. Se você toma um remédio, toma vitamina C, que passa. Ou Covid, que passa. Não, a mudança climática veio para ficar. E existem ações que nós devemos e precisamos tomar que nos tornem resilientes às mudanças do clima. Essas enchentes que aconteceram agora no Rio Grande do Sul, elas voltarão a acontecer. E nós não vamos ficar contentes e falar: “Puxa, é mesmo, você falou lá em 2024 que elas voltariam a acontecer”. Isso não é consolo. Ao contrário, é uma responsabilidade. A modelagem climática nos conta que os eventos que estão



acontecendo agora são só o começo. E, portanto, as ações que nós devemos tomar precisam ser, correspondentemente, da mesma magnitude que nos leva a aumentar a capacidade de prever esses eventos. Isso continua acontecendo mundialmente. Mas é preciso um esforço nacional para isso. E implementarmos ações que tornem as cidades, os bairros, as casas, resilientes às grandes mudanças que não vão nos tornar à prova de uma grande seca, de uma nova e próxima grande onda de calor. Mas nós, cientes de que elas estão chegando (e vão continuar chegando em proporções cada vez maiores) precisamos nos hermanar nessas ações que vão além do saber que os eventos extremos irão acontecer. Como é que nós podemos agir para tornar o ambiente na minha família, no meu bairro, na minha cidade, mais resiliente a essas mudanças?

ClimaCom: Na mesma entrevista, você declara: “Agora nós estamos tentando entender como os peixes e as plantas atuam nesse negócio chamado sistema terrestre, porque nós ainda nos consideramos não parte do sistema terrestre. Existe o sistema terrestre chamado natureza. E existimos nós. E a natureza está ao nosso dispor. Mas nós afetamos a natureza!”. Como a modelagem climática percebe a dicotomia entre humano e não humano, bem como entre naturezas e culturas?

Paulo Nobre: Fico feliz que tenha havido aquela pergunta no passado e esse tema venha novamente à tona. É o seguinte: a sociedade ocidental não se percebeu parte da natureza. Para ela, a natureza é algo a ser conquistado. Os povos tradicionais, os povos que vivem na floresta, eles sabem: a natureza não é para ser conquistada, a natureza é mãe. A natureza é quem lhes dá, lhes acolhe. Então, acho que essa é a visão integradora que eu hoje entendo que nós precisamos adotar. Ou seja, compreender que nós fazemos parte da natureza. Nós somos parte da natureza. E esse “ser parte da natureza” é como você tratar a natureza como sua mãe. Você não hostiliza a sua mãe, você não ataca a sua mãe. Você abraça, você agradece o útero, agradece o leite, agradece o colo, agradece o olhar bondoso da mãe em relação ao seu filho. Eu vejo de uma maneira necessária se é que a criança (nós) deseja sobreviver. A criança que não recebe o cuidado da mãe não sobrevive. Nós precisamos, na minha opinião, nos desvencilhar desse pensamento chamado desenvolvimentista, mas que é um pensamento suicida, que é um pensamento que polui as águas



dos rios. Deve ser proibido poluir as águas dos rios. E hoje, eu não sei, a urgência é tal de que nós precisamos encarar com essa prontidão a necessidade da urgência de nós entendermos que essas ações corajosas precisam ser tomadas. Não é admissível poluirmos um rio. Nós temos toda a tecnologia para não fazê-lo. Ao invés de poluir um rio, nós podemos remover dos resíduos líquidos das cidades, do campo, todos os nutrientes, os minerais, os metais que ali estão contidos e reutilizá-los. É um custo natural. Mas o custo da inação e de poluirmos e matarmos os nossos rios é um custo que compromete a existência dos peixes, de toda a fauna e da flora, e, por final, do próprio ser humano. A visão de servilismo da natureza como local para nós retirarmos matéria e lá deixarmos os resíduos, é uma visão que precisa mudar. Nós não temos como ter um futuro tratando a nossa mãe natureza da maneira como nós temos e chegamos a um ponto que o número de nós é tanto (nós humanos) que essa atitude hostil em relação ao que nós chamamos de natureza, que é a nossa mãe, compromete a existência de todos nós.

ClimaCom: Ainda na série EntreVidas, você disse que “o futuro é nada mais do que a consequência da atuação do presente através de leis”. Tais leis seriam basilares para a modelagem climática... Então, caminhando um pouco mais adiante, chegamos a outra entrevista que deu à ClimaCom, em 2019. Nessa ocasião, quando questionado sobre a precisão das modelagens climáticas, você respondeu que “as incertezas são a única certeza”. Como e por que a modelagem climática lida com determinações oriundas de ciências consideradas exatas e ainda assim não podemos dizer que produz modelos certos?

Paulo Nobre: Vamos pensar o que é ser um modelo certo, o que é acertar ou errar. Então, a razão pela qual eu digo que as incertezas residem no fundamento básico da física na qual toda medida embute uma incerteza em si. Você não consegue medir o tamanho de uma mesa, porque você não sabe exatamente qual a posição do último elétron na ponta da mesa no momento que você mede. O princípio da incerteza de Heisenberg. Então, eu brinco, né? Alguém me fala assim: “Mas, doutor, o senhor estudou tanto e eu só bati um metro aqui e eu sei que essa mesa tem dois metros”. Dois metros e quanto? Então, essa incerteza que é natural e nativa de todos os processos físicos se propaga dentro das equações matemáticas. O que eu quis dizer, não obstante isso, é que todas as



ações e todos os processos no universo são regidos por leis. E que as nossas ações têm consequências por causa das leis. Não existe ação sem reação. Não existe uma postura sem uma consequência. E essa noção abrange, por exemplo, a maneira como nós tratamos o meio ambiente e como esse ambiente nos trata. Essa é ação e reação. E existe, portanto, uma necessidade de nós compreendermos cada vez melhor quais são essas leis. E de que forma o meu modo de pensar e o modo de avaliar o valor das coisas afeta lá na grande escala. Eu dou um exemplo disso. Nós usamos muito na meteorologia esse exemplo: é o efeito do bater de asas de uma borboleta no Brasil e um furacão na Flórida, no Caribe. Foi um exemplo dado pelo professor Edward Lorenz, quando ele considerava o conceito do caos. Uma pequena perturbação mínima, distante, ela pode crescer, crescer e acabar virando um furacão em algum lugar. As pequenas ações (como eu traduzo isso aqui para a nossa conversa das mudanças do clima) geram grandes consequências. E volta lá no começo da nossa conversa: o simples ato de separar o lixo, de modo que nós tenhamos lixo zero nas cidades, é um ato de amor, é um ato de consideração, é um ato de respeito. Não são as incertezas que nos impedem de agir. O que nos impede de agir é uma decisão de uma postura e de uma opção que nós fazemos em relação a alguma coisa. As incertezas nos modelos matemáticos são a única certeza, continuarão lá. Não obstante isso, os modelos matemáticos, a cada vez mais, nos permitem acessar como é que a natureza e os oceanos interagem com as florestas e com os ventos. E chega um ponto de que a filosofia se mescla com a física e gera a metafísica, com a qual nós temos muito a aprender. E eu posso lhe dar um exemplo disto, que é um experimento científico feito na Amazônia para tentar entender por que chove na Amazônia. Se o ar é tão limpo, não há pó no ar da Amazônia. Tão longe ela está de fontes de poluição... Aquele grande e imenso oceano verde. Depois desse projeto, o LBA (Large-Scale Biosphere Atmosphere), um projeto internacional, descobriu que as árvores emitem compostos orgânicos voláteis, para o cheiro da floresta. Essas instâncias químicas agem como núcleos de condensação que fazem o processo da chuva. Pois bem, o meu irmão, Antonio Nobre, atuou nesse projeto e é muito próximo do Davi Kopenawa, cacique chefe dos Yanomami, e correu para contar a ele: “Olha, Davi, nós descobrimos por que chove na Amazônia”. Contou a história. E a resposta do Davi para o Antonio foi: “Só agora vocês descobriram isso?” “Como assim só agora? Nós acabamos de descobrir isso”. “Porque nossos povos, o povo



Yanomami, já conhecem isso há muito tempo”. O Antonio queria saber como eles sabiam disso. E ele falou: “Foram os espíritos da floresta quem relataram isso para os nossos antepassados”. Agora nós paramos e nos perguntamos: Quem são os espíritos da floresta? Eles são uma ilusão? Mas uma ilusão que conta para os indígenas um processo físico constatado pelas ciências, uma experiência mais apurada? Talvez não seja uma boa hipótese imaginar que os espíritos das florestas sejam uma ilusão dos povos indígenas. Talvez eles sejam uma outra forma de saber. Talvez eles sejam uma outra forma de ser. E nós não vemos, mas os indígenas se comunicam. Então hoje, na minha percepção, nós não estamos mais na posição de julgar o que é e o que deixou de ser. Nós devemos adquirir a postura de humildade de aprender. Aprender com aqueles que podem nos ensinar. Aprender com o saber dos povos originários. E nos fazemos essa pergunta fundamental: onde estão os espíritos da floresta? Será que eles podem nos ensinar caminhos? Será que nós podemos aprender alguma coisa deles? Ou nós já sabemos tudo!? Seria uma bobagem completa nós imaginarmos que sabemos tudo. Como diria Sócrates: “ Só sei que nada sei”. Então, nós estamos assim, numa condição muito crítica da mudança climática. Nós sabemos que não sabemos. Quanto mais nós aprendemos, mais é o deslumbramento do imenso mistério do universo. E não obstante isso, é regido por leis na minha convicção. Não só minha, eu divido essa convicção com Albert Einstein e Stephen Hawking. Eles disseram que tudo na natureza é regido por leis, sem exceções.

ClimaCom: No artigo *Mudanças climáticas na América do Sul simuladas pelo modelo do sistema terrestre brasileiro nos cenários RCP4.5 e RCP8.5*, você projeta - junto a um grupo de pesquisadores e pesquisadoras - “um aquecimento constante ao longo do século XXI” em todo território sul-americano. Entretanto, destaca que os maiores aumentos de temperatura são esperados para o leste da Amazônia, norte do Chile e centro da América do Sul. Por que essas regiões apresentam uma vulnerabilidade diferenciada? O que as coloca em perigo excepcional?

Paulo Nobre: O contraponto a publicar algo é que ele fica lá escrito, né? É bom porque é escrito, mas, por outro lado, a gente não consegue modificar aquilo que ficou escrito. É que as projeções de um aquecimento linear e constante já se mostraram inaccuradas. São um dos resultados das incertezas dos modelos que não conseguiam, no passado e ainda hoje, prever com esses



crescimentos exponenciais. Então, o que nós estamos observando hoje, e olha, basta você olhar o aquecimento das temperaturas dos oceanos globais durante 2023 e 2024. Foi um salto sem precedentes. Embora agora com o surgimento da La Niña tenda a compensar, é um aquecimento que nós temos visto que, quando ocorre, ele não volta. Ele não volta à condição de 1970 ou 1950. Ele só continua subindo monotonicamente. Então, número um, nós hoje podemos esperar um aquecimento acelerado no continente. Não só no continente, também nos oceanos. A segunda parte da pergunta é por que aqui um aquecimento maior do que ali? Eu acabei de publicar agora um artigo na *Scientific Reports*, na qual mostramos que a eventual morte da floresta amazônica, que é uma condição que não depende somente de remoção das árvores com motosserras, parece caminhar por um processo de morte induzida pelo aumento da duração do período seco, pela indução de secas como esta agora (de 2023, 2024), ocorrência de incêndios que não são naturais na floresta. Então, nós fizemos o seguinte estudo: o que aconteceria se a floresta morresse (i.e. fosse substituída por uma vegetação tipo Cerrado)? E o que nós constatamos é que a parte central da Amazônia perderia da ordem de 70% a 90% da chuva que hoje lá cai. E a parte central do Cerrado, em torno de 50% da precipitação, com aumento de temperatura de até 14 graus Celsius. Então, assim, por que essas regiões, algumas regiões mais do que outras, devem sentir os impactos? Devido à própria circulação da atmosfera e dos processos que hoje mantêm a temperatura e a precipitação estável nessas regiões. A remoção da floresta amazônica acarretaria, para os locais onde ela hoje provê umidade e circulação atmosférica, uma condição, então, ausente. Então, por que em algumas regiões mais do que outras? É devido a essa condição de sistema terrestre, que é um todo em equilíbrio muito delicado. Quando nós perturbamos uma parte desse sistema, as consequências se propagam por todo o corpo, por todas as outras partes. E, inclusive, a previsão dessa região a despeito daquela... Voltando à nossa questão da incerteza, existe uma incerteza natural nisso. Mas o que nós estamos vendo hoje é de que serão todas as regiões afetadas, mais cedo ou mais tarde. Então... Bom, não sei se isso responde à sua pergunta, mas é a subtração dos mecanismos que causam a estabilidade climática que fazem com que nós passemos a sofrer essas anormalidades climáticas cada vez maiores em diferentes partes do planeta.



ClimaCom: O artigo citado se encerra com a seguinte conclusão: “Devido à complexidade da circulação atmosférica sobre a América do Sul e nos oceanos circundantes, análises mais detalhadas são necessárias para compreender completamente como as mudanças futuras na circulação estão determinando as mudanças observadas na precipitação e nos índices extremos projetados pelo modelo. Trabalhos futuros serão focados neste tema”. O que caracteriza essa complexidade? Em que ela decorre? Além disso, para onde caminham os estudos a respeito?

Paulo Nobre: A complexidade decorre, por exemplo, de que o sistema terrestre (as perturbações de um meio, na floresta, no continente, no oceano) está todo interligado. E elas ocorrem em várias escalas espaciais. Pequenas escalas, como o "bater de asas da borboleta e o furacão do Caribe". Os nossos modelos implicam numa capacidade limitada de resolução das escalas mais finas. Por vários motivos, numéricos e computacionais, você resolve isso em pontos distantes. Quão distantes uns dos outros? Quanto a esses modelos que nós utilizamos na época, a malha global deles tinha uma distância de 200 quilômetros uns dos outros. Os modelos de mais alta resolução têm 100 quilômetros. E os de altíssima resolução, 20 quilômetros. Mas, dentro de 20 quilômetros, existem muitos processos que não estão resolvidos ainda, matematicamente. Eles são parametrizados. Significa que o efeito médio, combinado a esses vários "bateres de asa de borboleta", vamos chamar assim, dentro daqueles 20 quilômetros, eles podem ser reduzidos como sendo esse coeficiente vezes uma derivada de algum campo. Então, nesses estudos mais refinados, que se referiam na questão da matemática, nós conseguimos contemplar o efeito dessas escalas que a gente chama subgrid (essas escalas espaciais cada vez menores e a interação entre elas). A interação entre uma rajada de vento e a formação de uma anomalia de temperatura do oceano. E a interação entre essa anomalia de temperatura do oceano e a formação de uma nuvem. E a formação dessa nuvem e a subsidência que ela induz sobre uma floresta. E a subsidência sobre a floresta reduz a precipitação e aumenta a eventual ocorrência de risco de fogo. E na ocorrência do risco de fogo, a liberação de mais poluentes, de carbono e outras nuvens, no mundo da água e energia. Mas quando você faz isso, também perturba o ecossistema daquela floresta. Então, os animais que ali viviam, eles perdem seu habitat. Quantos animais que ali perdem seus habitats? Vamos chamar assim... Imagine um sapo que secou ali os pontos onde eles tomavam água e eles morrem. E em decorrência disso, as larvas



de pernilongos que eles comiam e se alimentavam, não tendo mais o predador, elas eclodem e voam. E os pernilongos se tornam vetores de doenças. Por exemplo, da febre amarela, ou chikungunya, ou dengue. Esse fracionamento de escalas que são ignoradas num grande modelo de grande escala. Esses são os outros processos que precisam ser estudados e compreendidos para nós entendermos e podermos, de alguma forma, auxiliar de que uma anomalia, uma ação no sistema, como eu mencionei anteriormente, se repercute por todo o sistema. E você fala, mas isso é uma ilação, uma hipótese? Não, isso já acontece. Eu dou um exemplo para você, que é o caso do Rio Doce, onde uma usina de mineração que rompeu a barragem (de contenção de resíduos) na cidade de Brumadinho. Aquela lama toda que escoou pelo Rio Doce matou o rio, matou muitos peixes. E não por acaso, talvez, nós tivemos um surgimento da extinta febre amarela que surgiu da região e afetou os macacos. E eventualmente, acabou atingindo os seres humanos também. Então, o desequilíbrio que nós imputamos na natureza, ou por desastres da atuação imediata (no caso, mineração como feita lá ainda naquela condição), ou modificações de alteração de cobertura vegetal, aumento de gases de efeito estufa, que alteram os ciclos da natureza, vai causar fenômenos encadeados. Esse é o termo. Eles ocorrem em fenômenos encadeados. Então, nós precisamos, com o tempo, estudar esses fenômenos nessas escalas para poder atribuir um valor. Não um valor econômico, mas um valor de decorrência. Por exemplo, na frequência de chuvas intensas sobre uma região.

ClimaCom: No artigo *Componentes do balanço hídrico e extremos climáticos no Brasil sob cenários de 1,5 °C e 2,0 °C de aquecimento global*, você alerta para o fato de que as mudanças climáticas afetarão significativamente o ciclo hidrológico. Em certo momento, escreve: “Mudanças na disponibilidade hídrica também podem impactar os múltiplos usos da água no território nacional brasileiro”. Então, prossegue destacando a importância da mesma para a irrigação, o consumo e a indústria. Esse exemplo nos leva a perceber que a questão do clima e seus consequentes desdobramentos atingem os mais variados setores. Levando em conta o caráter sistêmico e interdisciplinar do problema, existe um interesse público pelo desenvolvimento da modelagem climática? Como se dão os incentivos à pesquisa nesse sentido?



Paulo Nobre: Esse artigo mostra bem claro que o elemento água, o recurso hídrico, ele é essencial para a vida. É essencial para todas as atividades que nós desenvolvemos e, no Brasil, como a precipitação, a chuva e os recursos hídricos são abundantes, eles, por muitos anos, foram entendidos como inesgotáveis. Todas as atividades podiam usar quanta água desejasse e não faltaria para as demais. Um recurso abundante e infinito. Nós vimos, estamos vendo, que tanto a falta quanto o excesso balançam e alteram profundamente de maneira sistêmica toda a sociedade. Então, os recursos públicos, no caso que são para incentivo à pesquisa, continuam ocorrendo. O INPE vai receber em breve um novo supercomputador e isso é importantíssimo para que nós possamos quantificar não só o desastre, mas para que nós possamos quantificar o ganho em nós. Por exemplo, ao reflorestarmos as matas ciliares. Alguém pergunta: “mas isso aí impacta?” Para respondermos a isso, nós podemos fazer duas coisas. Nós podemos reflorestar as matas ciliares, ficarmos observando. Por exemplo, o município de Extrema, em Minas Gerais, fez e demonstrou que, na seca de 2014, 2015, os córregos em Extrema não deixaram de fluir, a despeito da falta da chuva, porque o município já implementava, há mais de uma década, o estímulo à promoção, o incentivo ao plantio de matas ciliares. Por isso é uma coisa muito boa e, eu diria, não há por que nós não estejamos fazendo isso nacionalmente. Uma forma complementar a esta é fazermos experimentos numéricos com modelos matemáticos, nos quais reflorestamos as matas ciliares. Para então mostrarmos o quanto de água se torna disponível no caso de uma grande seca. E, com isto, a pesquisa no desenvolvimento da modelagem e a ação se complementam e justificam as ações. Afinal de contas, o conhecimento que se mantém somente no nível teórico, nos artigos, não contribui para minimizar ou atenuar as condições e até reverter as condições que as mudanças climáticas estão impactando. Então, particularmente, este artigo foi muito importante para ver que, conforme nós passamos de um grau e meio para dois graus (de aquecimento médio global), trata-se de uma situação completamente diferente. Não é “meio grau”. E essa é a dificuldade em transmitir: o que significa meio grau?. Se você pensar, meio grau não é muito, na sua experiência diária da temperatura. Mas meio grau, na sua experiência de um planeta como um todo, é uma enormidade. É tornar eventos como este do Rio Grande do Sul a norma e não a exceção. Então, de volta à pergunta, sim, nós precisamos não só saber o genérico, mas nós precisamos ter a capacidade



(em prever tais eventos extremos) e, para isso, é necessário investimento. É necessário o investimento não só em computadores e modelos, mas em estudantes, em jovens que se dediquem, aprendam a matemática, aprendam Português, geografia e se dediquem ao estudo das consequências de que novos processos possam ser contemplados para voltar e se transformar em políticas públicas e ações de mitigação e adaptação.

ClimaCom: No mesmo artigo, você escreve: “Em geral, foi observada uma relação direta entre as anomalias acumuladas de precipitação e evapotranspiração. A redução das chuvas reduz a umidade do solo e, conseqüentemente, a taxa de evapotranspiração. Da mesma forma, a diminuição da evapotranspiração também representa uma diminuição na quantidade de chuva. Em resumo, concluímos que as tendências na disponibilidade de água nas regiões hidrográficas brasileiras estavam associadas a mudanças nas chuvas”. Com essa formulação, identifica-se, um sistema de retroalimentação em que nada acontece de modo isolado e encerrado em si mesmo. Como a Modelagem Climática percebe e avalia esse emaranhado de variáveis que se afetam? Assim sendo, metodologicamente falando, quais múltiplos elementos são considerados para projetar um modelo?

Paulo Nobre: O modelo se baseia em um conjunto de equações. E essas equações representam processos. É muito bem descrito ali nos processos que se retroalimentam. Então, como eu mencionei, esse artigo que acabamos de publicar, nesse ano ainda, mostra que a remoção da floresta amazônica impacta na redução da chuva no Cerrado, através desse processo da não reevaporação. O vapor d'água que vem carregado pelos ventos alísios precipita ao adentrar o continente, mas, na ausência das árvores, ele não se reevapora. Ele precipita e escoar de volta para o oceano. Então, o vapor d'água não tem uma penetração dentro do continente. A representação desse processo de chuva - evaporação e transpiração das árvores, que umedecem o ar e geram a chuva e interiorizam o processo das chuvas - faz com que você possa prever que uma determinada condição vai gerar um determinado efeito. Entrar tais processos na modelagem (climática) é o nosso desafio. É que as equações matemáticas representem os processos através dos quais a precipitação, no caso em questão, nos permita descrever de que forma a umidade proveniente do oceano chega



até o interior do continente. No fundo, nós temos representado matematicamente, nos modelos, os processos que fazem com que a gente observe a chuva onde nós estamos. A chuva onde nós estamos não é decorrente de um processo local somente. Ela é decorrente de um processo de evaporação, reevaporação, formação de nuvens, mas de um suprimento de vapor d'água da região vizinha, que vem no final das contas dos oceanos. Os oceanos são nossa grande fonte de vapor d'água para todos os processos, mas ele vem evaporando e precipitando, reevaporando e precipitando... Contemplar esse processo no modelo permite que nós façamos como fizemos agora e identificar em uma fração quanto da chuva? 50% da chuva na minha região, pode estar vindo em uma região remota. Essa é a forma através da qual nós podemos estudar e atribuir a causa, os processos que nos levam a contar com uma determinada quantidade de chuva numa região de interesse.

ClimaCom: Durante palestra realizada em celebração ao Dia Mundial da Água, pela pela Divisão de Educação Ambiental de Itaipu, você trouxe a seguinte fala: “Em 2004, uma pessoa jamais imaginaria que em dez anos o sistema da Cantareira, em São Paulo, sofreria uma seca terrível. Em 2014, não imaginaríamos que seria possível atravessar o Rio Solimões a pé. Hoje, em 2024, o que vocês imaginam ser impossível para a próxima década?”. Partindo de sua provocação, interessa perguntar: de acordo com a modelagem climática, quais impossibilidades se encontram mais iminentes no momento? O que ainda vem pela frente e merece nossa minuciosa atenção?

Paulo Nobre: Hoje, eu fico com receio de imaginar ao longo dessa cadeia, em evolução de 2014 para 2024. E o que eu imagino hoje é nós imaginarmos grandes tratos de terra hoje abandonada sendo reflorestada. Então, a minha provocação hoje é nós conseguirmos pensar num Brasil onde o nosso cuidado com o ambiente se tornou tão efetivo e genuíno, que processos de erosão do solo por falta de cobertura vegetal deixaram de acontecer e da própria produção da chuva voltaram a acontecer, porque nós recriamos as condições ambientais para tanto? Essa é a minha mais ousada projeção de futuro. É a projeção de um futuro de paz e harmonia entre nós e aquilo que nós chamamos natureza, que somos nós mesmos. A minha mais ousada imaginação para 2034, daqui a 10 anos, é de que nós acordamos para essa necessidade inadiável de um relacionamento harmônico com a natureza e com



o próximo. Não temos guerra aqui (embora tenhamos uma guerra civil todos os dias nas ruas das cidades), nós temos miséria e pobreza. Todas essas coisas estão presentes hoje aqui no nosso mundo. Em outros lugares do planeta, pessoas estão em guerra. Então, neste momento, imaginar um mundo de paz e amor parece uma ficção. Mas essa é a minha ficção. É de que nós acordemos para o fato de que o amor é a única lei que nos permite antever um futuro nosso no planeta. E agindo assim em amor, nós melhoramos os nossos modelos, nós plantamos as árvores, nós cuidamos das crianças, nós respeitamos as mulheres, os idosos, todas as pessoas. Nós nos respeitamos como seres. Nós respeitamos o próximo. E o respeito ao próximo, na minha visão, é a forma mais genuína de amar. Em 2016, numa palestra, nós estávamos na Casa da Árvore (Piracicaba), e alguém me perguntou qual o futuro das mudanças climáticas. Na minha visão, o único caminho é o amor. O amor compreendido como tal, com uma relação de respeito entre os seres e o ambiente. E dessa relação de amor deve surgir uma humanidade evoluída, em harmonia com o ambiente. E esse é o meu mais ousado pensamento. Eu não ouse pensar que nós possamos continuar trilhando o caminho que trilhamos até agora. Acho que seria injusto com meus pais e meus avós, que esperaram muito e contaram muito desde quando eu nasci, e seria injusto para aquelas crianças que ainda não nasceram. Hoje eu acho que nós temos que, de mãos dadas, enfrentar esse grande desafio e aprimorarmos as nossas relações. Como aprimorá-las? É perguntar se a nossa relação é respeitosa, se a nossa é uma relação de amor. E se ela for? Albert Einstein tem quotes, que mencionam o poder do amor. E você veja que, não obstante, procure quantas vezes a palavra amor está presente em todos os artigos a respeito de mudanças climáticas. E talvez eu não ouse arriscar uma resposta a essa pergunta. Mas nós temos que torná-la não só uma palavra, mas um conceito, um conceito vivido, que nós possamos enfrentar esse grande desafio que nos convida para a ação.

ClimaCom: Ao finalizar a palestra, você declarou: “Mudanças globais começam por atitudes locais. O futuro está sendo feito agora”. O que você sugere com essas intervenções microcósmicas? Há o risco de individualizar a responsabilidade e absolver a dimensão coletiva? O que pode o indivíduo perante um problema de envergadura planetária como esse?



Paulo Nobre: Sim, esse é o grande perigo de transferência da responsabilidade global para o indivíduo. E, no momento, eu estava ciente disso e não sei se em algum momento eu alertei para essa questão. Mas o que eu digo é que: no cosmos todo, o que ocorre no micro também ocorre no macro. A realização da potência do exemplo, quando a nossa casa está o melhor que podemos e zelamos pela limpeza de nossa rua. Assim, minha chamada é de que, através dessas micro associações, zelamos uns pelos outros. Formamos células de proteção mútua. “Oh, você saiu outro dia e deixou o seu portão aberto”. “Ah, esqueci de fechá-lo”. Então, no coletivo da soma das ações individuais, nós nos tornamos fortes. Essa é a minha visão, a minha chamada, de que a solução não vem de fora. A solução vem de uma auto-organização das células microscópicas, nós como indivíduos, e propagamos esta forma de ser através do aumento da resiliência do grupo e do exemplo. “Oh, você vê que o bairro ao lado está sempre tão bacana, eles estão plantando árvores lá. Por que nós não fazemos aqui também? Você viu como lá é tão mais fresquinho, quando a gente passa por aquelas ruas, do que no nosso bairro, que não tem árvores?” Então, essa relação entre causa e efeito, se transforma e se torna tangível para as pessoas. Não é uma abstração. São coisas que estão realizáveis no meu âmbito pessoal. E aí, através do coletivo, essas ações se propagam e, quando se propagam, se transformam em ações globais. E, do micro, que nós possamos condicionar o macro.

ClimaCom: Finalizando esta entrevista e, ao mesmo tempo, retomando a entrevista que deu para a série *EntreVidas*, nos deparamos com sua seguinte fala: “Um dos indicadores que alguma coisa saiu dos eixos é a temperatura”. Antes disso, você comenta sobre uma série de problemas contemporâneos, como a violência doméstica e o acesso das crianças à escola. Assim sendo, atualmente, ao falarmos sobre o aquecimento global, precisamos problematizar o racismo ambiental, por exemplo, como um fator que o atravessa e o agrava. Ou seja, estamos vivenciando um tipo de caos cósmico com muitas camadas. Para a modelagem climática, essas questões estão em pauta? De que modo elas - e as ciências humanas em geral - dialogam com as metodologias e os resultados dos estudos a respeito do clima?



Paulo Nobre: Esse eu acho que continua sendo o ponto focal de extrema atenção que nós precisamos tomar. Pode-se dizer que a modelagem climática, como é feita no Brasil e no mundo hoje, ignora explicitamente a dimensão humana. A dimensão social, a dimensão econômica, a violência doméstica, o acesso das crianças... É uma ciência à parte de equações matemáticas que tratam dos fluxos de energia e tentam, através disso, prever o futuro, das relações dos ventos com a chuva, com a temperatura. Mas há uma necessidade fundamental de nós, de alguma forma, ainda não contemplados, trazermos o que eu chamei à época da modelagem da vida. Como é que nós modelamos a vida? Como é que contemplamos essa dimensão humana e da vida, não só humana, de todos os seres vivos, dentro do equacionamento matemático? Eu não tenho resposta para isso. Senão de que nós passemos a fazer esse grande esforço de convidarmos as nossas crianças a aprender. Convidarmos as nossas crianças a visitar o instituto onde eu trabalho, ou os navios da Marinha, ou os aviões da Força Aérea. Essa integração entre a ciência e a família. Fazer com que as crianças voltem para casa brilhando os olhos, falando: “pai, mãe, eu vi hoje lá uma palestra de um pesquisador que falou de satélites”. É trazer essa dimensão para o mundo infantil, para o mundo juvenil, para o mundo dos seus pais, de modo que ciência passe a ser consumida à mesa do jantar, à mesa do café da manhã. Que a ciência não seja algo que pertença aos príncipes, mas ela seja consumida no café da manhã. Todos os dias. Pelos pequenos, pelos pequeninhos, que conseguem ver o horário do dia só com uma vareta espetada no chão. Ele aprendeu lá na escola, que a sombra da vareta lhe dá o horário do dia. Se é de manhã ou é de tarde, é inverno ou é verão. Você imagina? Esse é o mundo no qual nós podemos aspirar, que a modelagem matemática se integre com a dimensão humana, das inspirações humanas. O convite é para que nós possamos compreender que a ciência é um direito de todos. Mas mais do que a ciência *stricto sensu*, volto à questão da ciência do amor. Porque ela nos permite ver que tudo à nossa volta está sutilmente interligado. Basta você pensar que os nossos pensamentos movimentam forças na natureza... E assim, deixo uma provocação para a gente conversar num outro dia; de que forma o meu ou o seu pensamento, por assim dizer, “move uma onda no oceano...”



[1] Mestre em Divulgação Científica e Cultural pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), jornalista da *ClimaCom*, bolsista TT Fapesp no projeto INCT-Mudanças Climáticas Fase 2 financiado pelo CNPq (465501/2014-1), FAPESP (2014/50848-9) e CAPES (16/2014), sob orientação de Susana Dias. Integra o coletivo e grupo de Pesquisa | multiTÃO: prolifer-artes sub-vertendo ciências, educações e comunicações (CNPq). Email: emanuelymiranda.em@gmail.com