Para compreender a mudança climática

O clima do nosso planeta é um complexo sistema resultante da interação de cinco fatores: a atmosfera, os oceanos, as regiões com gelo e neve (criosfera), os organismos vivos (biosfera) e os solos, sedimentos e rochas (geosfera), todos eles, por sua vez, em estreita ligação com o sol.

Somente nesses termos é possível compreender os fluxos e ciclos de energia e matéria da atmosfera, imprescindível para investigar as causas e os efeitos da mudança climática. Mas a esses fatores deve ser juntado também um outro: o fator antropogênico, resultante da atividade humana.

De “estufa” para “forno”

Como dissemos acima, o clima está diretamente relacionado com a energia solar, que chega à superfície da Terra e volta ao espaço na forma de raios infravermelhos. Mas essa energia que sai passa pela atmosfera. Além de nitrogênio, oxigênio e argônio, a atmosfera é composta de uma mistura de outros gases diferentes (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozônio, vapor de água), envolvendo o planeta e formando um sistema ambiental integrado com todos os componentes da Terra. Esses gases são os que permitem a passagem da energia solar, mas, por sua vez, aprisionam e absorvem parte do calor que “ricocheta” e volta a sair (aproximadamente 30%; do resto, 45% é absorvido pela terra e os oceanos e 25% pela atmosfera). Assim, esse sistema de controle natural da temperatura da Terra assemelha-se ao efeito de uma estufa, e os gases que intervêm nesse processo são conhecidos como “gases de efeito estufa”. O efeito estufa também possibilita, em grande parte, a presença de água em estado líqüido.

Em si, o “efeito estufa” não é um problema. De fato, o delicado equilíbrio desse sistema é que gerou as condições para a vida no planeta. O problema surge quando é adicionada uma carga artificial de gases de efeito estufa na atmosfera. Aí está sendo colocada uma camada adicional “de proteção” que não necessitamos e que aumenta o calor. A estufa, pois, vira forno.

O aquecimento global

Embora o clima da Terra seja instável, ou, melhor ainda, imprevisível – e muito sensível a fatores internos ou externos –, é provável que a temperatura não tenha mudado tanto nos últimos 200 mil anos: as temperaturas da última época glacial foram apenas 5 ºC mais frias do que no presente. Atualmente, a temperatura média da Terra é de aproximadamente 14 ºC (sem o efeito estufa ela seria de -18 ºC).

No entanto, nos últimos 200 anos, houve um violento aumento da temperatura. Em média, a temperatura da superfície terrestre aumentou de 0,3 a 0,6 ºC em relação à era pré-industrial, sendo que o maior incremento aconteceu nos últimos 40 anos. O aquecimento do planeta tornou-se evidente tanto na superfície marinha quanto na terrestre, fato apoiado por indicadores indiretos, como a retração das geleiras. No mundo todo, 1998 foi o ano mais quente, e a década de 1990 a mais quente da história. Essa tendência está diretamente ligada às atividades humanas, que estão provocando um aumento do nível de gases de efeito estufa presentes na atmosfera.

O dióxido de carbono (CO_2), um dos principais desses gases, desempenha um complexo ciclo vital. Ele é liberado pela erupção vulcânica, pela respiração, por processos do solo, a queima de componentes de carbono e pela evaporação oceânica. Por sua vez, dissolve-se nos oceanos e é consumido pela fotossíntese dos vegetais. Posteriormente à Revolução Industrial e, em especial, após a Segunda Guerra Mundial, a atividade industrial liberou enormes quantidades de CO_2 na atmosfera, através da queima de combustíveis fósseis de depósitos subterrâneos, sendo os três principais o carvão, o petróleo e o gás.

A maior parte das emissões de dióxido de carbono é devida ao uso de combustíveis fósseis para a geração de energia, a processos industriais e ao transporte, mas também a processos de desmatamento e derrubada de florestas. A atividade agrícola e as mudanças no uso da terra resultam em emissão de metano e óxido nitroso, ao passo que processos industriais também emitem produtos químicos artificiais chamados de halocarbonos (CFCs, HFCs, PFCs).

Os gases clorofluorocarbonos (formados por moléculas de carbono, cloro e flúor) são totalmente antropogênicos (quer dizer, resultantes de atividade humana) e são emitidos por aerossóis, geladeiras e aparelhos de ar condicionado. Considera-se que esses gases têm contribuído grandemente para o aquecimento global.

Mais do que uma evolução linear, o percurso do clima se apresenta como não-linear, com surpresas inesperadas e drásticas quando o nível de gases de efeito estufa chega a um ponto crítico, desencadeando outros processos até então desconhecidos. Tudo leva a crer que as emissões de gases de efeito estufa resultantes da atividade humana podem provocar mudanças climáticas drásticas no século XXI e seguintes, com efeitos de amplo alcance no ambiente e nas sociedades e economias humanas.

A razão da sem-razão

O aumento do dióxido de carbono e de outros gases de efeito estufa responsáveis pela mudança climática é conseqüência dos atuais modelos de desenvolvimento – produção e consumo – que estimulam o uso em excesso de combustíveis não renováveis, bem como de modelos de uso da terra inadequados.

Geralmente, a emissão de gases de efeito estufa resultante da queima de combustíveis fósseis e o padrão de consumo característico da sociedade industrializada moderna vão de mãos dadas: quanto mais rico for o país, maiores serão suas emissões. Assim, os Estados Unidos estão à frente, com 24% do total das emissões.

Os países industrializados têm explorado e consumido mais combustíveis fósseis, florestas e outros recursos do planeta do que os países do Sul, permitindo a eles atingir o atual nível de riqueza e poder. Nessa história, eles colocaram a humanidade em tamanha situação de risco, que ela periga o colapso. É justo, pois, que recaia sobre eles a responsabilidade maior por evitar a crise social, ambiental e planetária.

Quando o futuro nos atinja

Bem poucas pessoas duvidam seriamente que o clima da Terra esteja mudando e que, se não forem tomadas medidas, a humanidade cairá numa fase de desequilíbrio climático intensificado. Os modelos climáticos prevêem que, caso continuem inalteradas as atuais tendências de emissão, para o ano 2100, a temperatura aumentará entre 1,4 ºC e 5,8 ºC. É uma mudança sem precedentes na

história escrita. Daqui a um século – quase nada na história da Terra –, os nossos descendentes e os das demais criaturas vivas poderiam ter de suportar temperaturas bem acima das experimentadas na maior parte de seu processo evolutivo. Para muitas espécies, inclusive a humana, as conseqüências poderiam ser calamitosas.

Uma das previsões básicas dos especialistas em clima é que os fenômenos extremos, como tempestades, furacões, enchentes, secas e invernos rigorosos, seriam cada vez mais freqüentes, com graves conseqüências para as condições de vida humana. Não obstante, os impactos não serão os mesmos no planeta todo. Algumas regiões (particularmente as áreas secas do Terceiro Mundo) secariam, provocando séria degradação da terra, ao passo que outras sofreriam um esfriamento significativo, devido a mudanças na Corrente do Golfo. De modo geral, conforme o aquecimento da água for atingindo as profundidades do oceano, haveria uma elevação do nível do mar (com projeções de 9 a 88 cm para o ano 2100).

Um impacto ecológico possível para o fim do século XXI é a destruição da maior parte da Floresta Amazônica, resultado da seca. A perda de florestas em nível mundial liberaria mais dióxido de carbono, exacerbando a mudança climática.

As pessoas mais vulneráveis aos impactos da mudança climática são aquelas que vivem em condições sociais e econômicas adversas: os setores de baixa renda das populações dos países em desenvolvimento, os setores urbanos pobres em geral, os que moram no litoral e em ilhas e os habitantes de terras semi-áridas. A crescente exposição a desastres naturais, como enchentes, secas, deslizamentos de terra, tempestades e furacões, será ainda mais grave para aqueles setores que se encontram numa situação de risco maior.

A fim de ilustrar com maior clareza a gravidade da situação, vejamos um por um os impactos previstos pelos expertos:

* elevação do nível do mar: embora seja difícil medir as mudanças no nível do mar, calcula-se que, nos últimos 100 anos, o nível do mar se elevou de 10 a 25 cm. Isso significa que, em grande parte, essa mudança está ligada ao aumento da temperatura nos últimos 100 anos. Nessa escala de tempo, a expansão do volume do oceano provocada pelo calor poderia ser parte da causa, sendo que o resto seria pela contração das geleiras e a perda de camadas de gelo. Na década de 1990, em certas áreas, os gelos submersos no mar perderam mais de um metro de sua espessura em relação a vinte ou trinta anos atrás. A perda generalizada de camadas de gelo descontínuas do planeta desencadeará a erosão das regiões árticas, alterando os processos hidrológicos e dispersando dióxido de carbono e metano na atmosfera.

* regiões litorâneas: em decorrência da elevação do nível do mar, as regiões litorâneas sofrerão graves inundações. Bangladesh, um dos países mais pobres do mundo, também é o mais vulnerável à elevação do nível do mar. Sua população é gravemente atingida por tempestades. Desastres naturais já causaram danos em até 100 quilômetros terra adentro, motivo pelo qual é medonho imaginar até que ponto chegariam com uma elevação acelerada do nível do mar.

* precipitação atmosférica: constatou-se um incremento em regiões de altas latitudes no Hemisfério Norte, especialmente no inverno, ao passo que, após a década de 1960, vem diminuindo nos subtrópicos e trópicos, da África até a Indonésia. A previsão é um aumento da precipitação atmosférica em escala mundial, mas as tendências em nível local são mais incertas. Maior quantidade de chuva e neve acarretará condições do solo mais úmidas nos invernos de latitudes altas, mas o aumento da temperatura poderia implicar que no verão os solos ficariam mais secos.

* saúde: o contágio de numerosas doenças infecciosas está diretamente ligado a fatores climáticos, já que os agentes de contágio e seus organismos transmissores são sensíveis a fatores como a temperatura, a água, a umidade em geral e o solo em particular, e o vento. Em especial, isso diz respeito a doenças transmitidas por organismos vivos, como a malária, que é transmitida por um mosquito. Embora não seja unanimemente aceito, algumas projeções indicam que a mudança climática e a mudança nos padrões meteorológicos alterariam o alcance (tanto em altitude quanto em latitude), a intensidade e a estação propícia para numerosas doenças infecto-contagiosas.

* agricultura: o aumento da taxa de evaporação contribuiria para a salinização das terras agrícolas irrigadas. A degradação do solo induzida pelo clima, juntamente com o aumento de pragas, secas e enchentes, poderiam provocar uma queda de 10% a 15% no rendimento de grãos da África, América Latina e Ásia nos próximos 50 anos. Caso essa previsão se torne realidade, e se ficar inalterado o atual modelo de distribuição desigual da apropriação dos recursos, o risco de exacerbação da situação de fome nos países empobrecidos será bem maior.

* florestas: a mudança climática afetaria a saúde e a composição das florestas do planeta. Algumas projeções fazem notar que, num prazo de 100 anos, poderia acontecer um deslocamento de entre 150 e 550 quilômetros em regiões climáticas aptas para certos tipos de floresta. Nas regiões montanhosas, certas espécies e comunidades vegetais, em especial de árvores, poderiam sumir totalmente pelo deslocamento para latitudes superiores de espécies que vivem perto dos altos limites das montanhas. A migração, produto da adaptação de sementes espalhadas por áreas mais aptas, seria limitada pela falta de espaço para as sementes poderem se fixar. As florestas caducifólias (que perdem as folhas todo ano) se transfeririam para latitudes mais altas, substituindo em muitas áreas florestas de coníferas. Estudos realizados na Suíça sugerem que um incremento de 3 ºC na temperatura provocaria uma invasão de árvores caducifólias no cinturão subalpino e a invasão de coníferas na região alpina.

Por outro lado, existem espécies de árvores que desenvolveram uma vantagem comparativa que lhes permite sobreviver em condições de solo e clima muito específicas. Por menor que seja, uma mudança nessas condições as afetaria enormemente, podendo até provocar a perda total.

Podem ocorrer numerosas mudanças nas florestas como resultado de alterações sutis no equilíbrio competitivo entre as espécies. Por exemplo, certamente o aumento da temperatura alteraria o intervalo entre a fase de floração e o período em que perdem as folhas, sendo que os efeitos poderiam ser diferentes, dependendo das diversas espécies.

Em última instância, o acima implica que a diversidade biológica perigaria, já que o possível ritmo da mudança climática a que as florestas ficariam sujeitas será maior que o ritmo a que elas podem se adaptar.

* os recursos hídricos: as mudanças no curso dos rios poderiam afetar os lençóis de água subterrâneos. A elevação do nível do mar poderia provocar a entrada de água salgada nos aqüíferos litorâneos. As fontes de água poderiam sofrer degradação ou sumir, agudizando a concorrência.

* aumento de secas e enchentes: estima-se que a alteração dos ciclos hidrológicos provocará a propagação e intensificação dos processos de desertificação em várias partes da África, ao passo que, nalgumas regiões do Sudeste da Ásia, já está acontecendo a diminuição dos monções. Noutras regiões, como no Nepal, na Birmânia e na Índia, essas mudanças têm provocado inundações em grande escala.

* contaminação da terra e da água: as enchentes contribuiriam para a disseminação dos agrotóxicos utilizados nos modelos agrícolas industriais.

Todos esses fatores juntos importariam o colapso de numerosos ecossistemas frágeis (florestas e recifes de coral, por exemplo), que não podem responder suficientemente rápido às bruscas mudanças de temperatura, motivo pelo qual haveria um drástico aumento da taxa de perda de espécies. A perda de biodiversidade poderia até desencadear uma série de catástrofes, podendo implicar o fim da vida do planeta como a conhecemos.