

Aquecimento Global: a institucionalização de um consenso científico (1997-2005)

Roger Domenech Colacios¹

Segundo as pesquisas científicas, as emissões de CO₂ na atmosfera tiveram um aumento considerável desde o século XIX até os dias de hoje. Este aumento causado pelas atividades industriais das sociedades humanas incrementou a presença do dióxido de carbono na composição dos gases do “efeito estufa”. Esta questão levou muitos cientistas a acreditarem que o aumento constatado na temperatura do planeta nos últimos 100 anos foi causado por esta intervenção antropogênica (de origem humana), proporcionando aquilo que a literatura científica chamou de “aquecimento global”.

O senso comum sobre o conceito de “aquecimento global” define como um aumento na temperatura média do planeta, estimada em aproximadamente 3°C no século XX.² Este fenômeno causaria alterações nos regimes das chuvas, desaparecimento de florestas, derretimento dos pólos, modificação das correntes marítimas e dos ventos, inundações, secas, ou seja, uma alteração que ultrapassa as “mudanças climáticas”, provocando inclusive a diminuição das estações do ano, de quatro para duas, inverno e verão. (TIEZZI, 1988; KANDEL, 2007; FLANNERY, 2007)

Havendo, no entanto, algumas distinções na definição do conceito que devem ser esclarecidas. Inicialmente, é do entendimento científico que o planeta tende, como um aspecto de seus ciclos naturais, a aumentar sua temperatura, paulatinamente, no decorrer dos séculos. Porém, o fenômeno que é objeto de controvérsias científicas seria caracterizado como um reaquecimento global, por ter como impulso não os ciclos naturais apenas, mas a influência do ser humano na potencialização do efeito estufa com as emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. O ensaio a seguir é baseado

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em História Social da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP). Orientado pela Profa. Dra. Maria Amélia Mascarenhas Dantes. Bolsista FAPESP.

² Este valor é considerado por muitos como uma estimativa que, embora figurando entre as “mais realistas”, pode ser facilmente ultrapassada chegando aos 11°C de aumento médio nas temperaturas do planeta.

nesta última definição, daquilo que eu chamo de aquecimento contemporâneo, e que alguns especialistas chamam de aquecimento recente.

Importante ressaltar também que o aquecimento global contemporâneo ao se tornar uma discussão quase que hegemônica nas revistas científicas, principalmente na *Science*, acabou por redefinir também o significado do conceito de *mudanças climáticas*. O tema se torna sinônimo deste e sobrepujando os demais problemas climáticos que causam alterações na atmosfera e conseqüentemente no clima e que por algum momento foram discutidos pelos cientistas: “*inverno nuclear*”, “*buraco na camada de ozônio*”, “*oxidação da atmosfera*”, “*emissões de metano*” e o “*esfriamento global*”.

Este consenso tem seu início com o protocolo de Kyoto de 1997 e tornando-se presente na revista *Science* de 1998 em diante. Esta conformidade serviu para inúmeros motivos, mas levo em conta aqui a sua utilização como propulsor da movimentação das discussões. Estas estavam estacionadas, ou pelo menos, tinham o mesmo foco desde 1960, e questionavam principalmente a existência ou não de um aquecimento global de origem antropogênica.

Do ano de 1998 em diante teremos uma caminhada para a afirmação deste consenso e o início de uma série de apropriações do significado do aquecimento global contemporâneo. Estas diversas apropriações possibilitam o espraiamento das pesquisas e dos objetos pesquisados. Mas se a base é construída pela força, nem sempre suporta o peso da estrutura, então surgem incertezas sobre a capacidade de se manter em pé. Quando isto ocorre, os cientistas utilizam a estratégia de deixar as respostas para estas dúvidas no futuro.

Um Consenso Forçado? Com a palavra a “Science”.

Em 1995, Richard Kerr, jornalista da *Science* que produziria nos próximos anos a maioria dos textos sobre mudanças climáticas para a revista, publica o artigo “*Is the world warming or not?*”. Utilizando entrevistas e matérias publicadas em jornais e revistas de grande circulação nos EUA, (*Times* e *Reader’s Digest*) aponta as dúvidas e os debates a respeito do tema como ainda não resolvidos e com conclusões prematuras para ambos os lados, no que polarizou na época como *aquecimento global/não*

aquecimento global. “Não existiria tanto aquecimento quanto os modelos do efeito estufa prevêem – todos se igualando, o aquecimento agora estando em torno de 0,25° C por década [...]” afirma o jornalista e termina o artigo concluindo que: “[...] Para as mudanças climáticas sobrepor-se as previsões o aquecimento constatado na década de 1980 terá que acelerar no próximo milênio [...]”. (KERR, 1995: 612) ³ Existiria uma torcida para que houvesse o aumento na temperatura nos próximos anos?

Compreendo que o grande problema que estava submetido à controvérsia sobre a existência ou não do evento climático era a de definir um consenso de tal forma que reorientasse as pesquisas, aparecendo novos problemas e que fizesse caminhar as conclusões. Tanto a revista Science quanto o IPCC tinham interesse neste consenso. Embora entendo que a Science teve um papel de maior relevância neste sentido do que o IPCC, principalmente, por polarizar os debates após 1998, com a gradual exclusão do grupo *não aquecimento global* – que denominou de *céticos* – das publicações na revista e o aumento considerável de artigos que discutem novas perguntas sobre o tema.

Apresento dois fatores anteriores a 1998 que me levam a fazer esta consideração da Revista Science como agente principal na formulação de um consenso sobre o aquecimento global para a reapropriação do problema: Primeiro, a quase irrelevância do IPCC, órgão promotor das Conferências entre as Partes (COPs), e existente desde 1988, mas que não teve um papel importante nas discussões sobre o clima desde sua criação até este momento (1998), quando promove a reunião que dará origem ao Protocolo de Kyoto. Segundo, serviu para movimentar os debates sobre o tema, pois o mesmo se encontrava estagnado em considerações sobre a existência ou não do aquecimento global, para se ter uma idéia, este questionamento tem seus vestígios na literatura sobre clima da década de 1960, como mostrado anteriormente, na gênese do evento climático em meios científicos.

Também apresento fatores posteriores a 1998. Primeiro, a institucionalização deste consenso ao ser enraizado na revista Science, enquanto organismo da AAAS (American Association for Advance of Science) promotor das ciências e de ampla divulgação nos meios científicos mundiais. Segundo, pela ampliação das apropriações sobre o tema, sendo este utilizado para diversos fins que não somente o questionamento

³ “*That’s not as much warming as greenhouse models predict – all else being equal, warming should now be averaging roughly 0,25°C per decade [...]”* e “[...] *For climate change to live up to the predictions, the minimal warming of the 1980s will have to accelerate into de next millennium [...]”*”

stricto sensu da mudança climática, mas também, sobre a industrialização, vida no planeta, relação homem-natureza, limites da ciência e etc. Terceiro, a mudanças dos atores envolvidos na disputa, quando os chamados “céticos” deixam de ser publicados na revista Science, e os debates giram em torno do grupo de “crentes” que irão divergir em relação às pesquisas e seus resultados. Quarto fator, de características políticas, quando houve a alteração do Editor-Chefe da revista em 1999, entrando o ex-reitor de Stanford Donald Kennedy, impulsionando a discussão política. E também enquanto um confronto à política científica (e ambiental) da Casa Branca que não assinou os acordos climáticos de Kyoto. E por fim, um quinto fator, a formação de um conjunto de incertezas sobre os mecanismos e conseqüências do aquecimento global, expostos nos artigos publicados na revista, que levou ao empobrecimento da teorização e da compreensão do que seria este fenômeno climático (sua existência e suas causas). Portanto, todos os elementos divergentes que surgiram após 1998 e que não puderam ser incorporados ao que era compreendido como aquecimento global, tratados como incertezas para a resolução ou confirmação no futuro.

Todos estes fatores, anteriores e posteriores a 1998, me levam a entender a hipótese de que o consenso forçado pela Revista Science, junto a sua ascensão como protagonista em assuntos de aquecimento global, modificou o “paradigma” das controvérsias científicas sobre o aquecimento global a partir deste ano.

A tentativa de encerrar o debate sobre a existência ou não do aquecimento global tem seu marco no final de 1997, com a reunião da COP4 (Conferência entre as Partes) na cidade de Kyoto no Japão. Esta cúpula que agrupou líderes de várias nações do planeta ficou conhecida pelo documento final, o Protocolo de Kyoto cujos países que o assinaram ficaram responsáveis pela diminuição das emissões de gases do efeito estufa, principalmente o CO₂. De forma geral, foi um complemento ao Protocolo de Montreal (1987)⁴, que primou pelo corte nas emissões de CFC ao final da década de 1980, com a intenção de diminuir ou fechar o buraco na camada de ozônio. Um complemento, pois

⁴ Este documento foi elaborado para conter as emissões de CFC na atmosfera responsáveis pelo buraco na camada de ozônio sobre os pólos do planeta.

ratificou Montreal e incluiu outros gases que eram causadores do efeito estufa no escopo de mitigação das emissões antropogênicas.

O IPCC criado em 1988, como uma entidade ligada a Organização de Meteorologia Mundial e ao programa de meio ambiente ONU não teve um papel decisivo e nem mesmo significativo nestes dez anos que o separam de Kyoto. Abrange cientistas, especialistas e representantes de governos, formando um corpo político e científico que atuaria na formulação de políticas e em pesquisas sobre mudanças climáticas. Caracteriza-se até hoje por documentos que são insípidos e restritivos em suas proposições, devidos em parte ao grande número de envolvidos na sua elaboração e a presença de outro tanto para a revisão, muitos ligados a indústrias e pólos energéticos ao redor do mundo ⁵. (FLANNERY, 2007)

De maneira geral o IPCC representa uma visão de consenso, pois sua estrutura visa o debate sobre todos os pontos e com a participação de todos os seus membros. Portanto, seus documentos são formulados a partir de uma aceitação geral de todos os envolvidos, além de que são bem recebidos pela mídia e por muitos governos. Segundo Tim Flannery, jornalista especializado em mudanças climáticas, “[...] *Se o IPCC diz alguma coisa, é bom acreditar – e dar o desconto de que, provavelmente, as coisas são muito piores do que eles dizem.*” (FLANNERY, 2007: 286)

A partir das palavras de Flannery podemos ter uma idéia da importância do IPCC na compreensão de um consenso forçado pela Revista Science, pois tendo a entidade como sustentação de suas proposições, acaba trazendo consigo diversos outros atores, tal como governos e jornalistas, e ao cabo disso, a sociedade em geral. O Protocolo de Kyoto, documento elaborado pelo ONU, irá trazer os elementos que faltam para a composição de um consenso: o econômico e o político.

Além das outras implicações do documento, de caráter econômico e social, irei aqui entendê-lo como um documento/reunião que depois de redigido auxiliou a Revista Science a forçar a comunidade científica a aceitar a condição da existência do aquecimento global. O Protocolo se apresenta como uma ferramenta que provocou a aceitação, numa tentativa frustrada de atuar como o Protocolo de Montreal, que logrou êxito em eliminar grandes quantidades de CFC na atmosfera. A intenção de 1997 era de

⁵ Tim Flannery revela que durante a produção do relatório do IPCC de 2001 foram 426 especialistas envolvidos e outros 440 que fizeram duas avaliações, 33 editores supervisionando, para depois ser aprovado por delegados de cem países.

realizar a mesma ação com o CO₂, porém, este estava enraizado, havia muitas décadas, no cotidiano industrial e social, e não havia um substituto imediato para os componentes que emitiam este gás na atmosfera (combustíveis e demais processos industriais). (FLANNERY, 2007)

O foco da reunião foi a redução da emissão de CO₂, sem entrar em questões científicas, que a envolvem, como por exemplo, a inércia térmica da atmosfera, fator a ser levado em conta nas perspectivas de manutenção do sistema climático terrestre. As causas principais do aumento de CO₂ na atmosfera foram atribuídas ao ser humano, sem descarte das causas naturais. Bert Bolin, cientista climático e ex-presidente do IPCC, escreveu para a Science em 1998 sobre este ponto da reunião de Kyoto, afirmando que “[...] *As atividades humanas modificam estas trocas, e a convenção entende que as partes devem relatar sobre as interferências humanas deste tipo [...]*”⁶ (BOLIN, 1998: 331). Porém, a dificuldade era como calcular a emissão de um ou de outro, sendo métodos cheios de lacunas e com grandes incertezas sobre sua eficácia “[...] *É difícil separar as mudanças induzidas antropogenicamente das induções nas fontes naturais de mudanças [...]*”⁷ (BOLIN, 1998: 331). O consenso sobre a questão antropogênica só seria estabelecido em 2001, junto a outro relatório do IPCC divulgado pela Science, que definiria o ser humano como agente causador das mudanças climáticas.

O Protocolo de Kyoto de 1997 apresentava incertezas e indefinições em seu texto, não podendo ser considerado como definitivo, mas como um documento prescritivo para governos e organizações não-governamentais. Mesmo assim se tornou um ponto de inflexão para os debates científicos. Em seu teor, o documento apresenta uma série de metas para os países que o assinaram cumprissem nos anos subsequentes. Estas metas eram referentes à mitigação de gases do efeito estufa e também aqueles que contribuíssem para o buraco na camada de ozônio.

O protocolo também deu a clivagem econômica ao problema atmosférico, quando instituiu o MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e os Créditos de Carbono. Estes dois elementos do documento são os principais exemplos desta clivagem, pois temos o estabelecimento de limites para as emissões dos gases de efeito

⁶ “[...] *Human activities disturb these exchanges, and the convention agreed that parties should report on the effects of anthropogenic interference of this kind [...]*”

⁷ “[...] *It is thus difficult to separate anthropogenically induced changes in sources and sinks from natural changes [...]*”

estufa para os países desenvolvidos e também os tratados para a substituição desses gases, num negócio estimado em 10 bilhões de dólares em 2007 (FLANNERY, 2007). Segundo Bert Bolin: “A conferência de Kyoto é um primeiro passo em direção a introdução de instrumentos econômicos para atingir objetivos específicos [...]”⁸ (BOLIN, 1998: 331). O protocolo então acaba se transformando num comércio entre países e entre empresários, mas que não foi ratificado pelos maiores poluidores do planeta, Rússia, EUA e Japão (estes assinaram somente muitos anos depois do documento ter sido redigido).

Portanto, um negócio climático que a Revista Science soube se aproveitar. Pois a imposição de um consenso proporcionou um espriamento nas pesquisas e objetos dando um tom de complexidade ao aquecimento global. Quase tudo virou causa ou consequência do fenômeno climático. Enchentes, tempestades, secas, nevascas, ventanias, furacões, moscas, marés, correntes marítimas, manchas solares, nuvens, geleiras, vulcões, florestas, corais, fauna, flora, Vênus, Marte, satélites, balões atmosféricos, computadores, aviões, equações, finanças são exemplos de não-humanos que entraram na lista das controvérsias em algum momento depois de 1998. Cientistas, políticos, membros de órgãos governamentais, membros de órgãos não-governamentais, jornalistas, civis, militares, agricultores, lenhadores, caçadores, são os elementos humanos que também entra na lista.⁹

Esta multiplicidade de elementos, também gera a variedade de especialidades. Os mecanismos de funcionamento do aquecimento global estariam na pauta de cientistas de várias áreas de conhecimento, sejam elas diretamente relacionadas aos estudos climáticos, tal como, a climatologia, meteorologia, ciências atmosféricas e indiretamente ligadas ao problema: oceanografia, glaciologia, ecologia e etc. Além do surgimento de uma ciência especializada no assunto, intitulada de “*Mudanças Climáticas*”. Ou então de “*Mudanças Globais*” como uma área de conhecimento que se sobrepujaria a todas as outras, numa espécie de totalização do conhecimento obtido.

⁸ “*The Kyoto conference is a first step toward the introduction of economical instruments to achieve specific targets [...]*”

⁹ Isto não significa que não faziam parte das discussões anteriores a 1998, mas todos ganharam um protagonismo inédito após este ano. Sendo tema de artigos, de fóruns políticos, editoriais, notícias e etc. nas revistas Science e Nature.

É o fim das discussões sobre aquecimento global? Ele existe então? Quais são seus mecanismos? Suas conseqüências? Como se desenvolve as pesquisas? Ocorrem controvérsias? De que tipo?

Uma Reapropriação do Aquecimento? Com a palavra os “Scientists”.

Estabelecer o consenso científico foi uma longa caminhada durante todo o ano de 1998 e boa parte de 1999. Neste período ainda aparecem na revista Science alguns artigos que contestam a posição de crença no aquecimento global. Algo que muda radicalmente a partir do final de 1999 e início de 2000, quando diversos artigos são publicados sobre vários aspectos do então existente aquecimento global. As diversas apropriações criaram um novo sentido ao fenômeno climático, tornando-o um flagelo apocalíptico que fatalmente iria acabar com toda a vida no planeta se não fosse devidamente controlado e finalizado.

Esta mudança de “paradigma” foi lenta e gradual. Por exemplo, a substituição da denominação “*greenhouse warming*” para “*global warming*” apenas e a busca pela afirmação deste consenso podem ser constatadas ao longo de todo ano de 1998. Um processo que não ficou isento das controvérsias, ao contrário, devido aos novos objetos de pesquisa, e com eles novos dados para serem calculados, teremos outra gama de disputas. Além disso, um elemento até então inédito nos argumentos utilizados nos debates surge como uma opção para o encerramento quase que imediato de uma controvérsia: as incertezas.

A entrada do fator incertezas nas disputas promove a rápida mudança de foco quando as controvérsias se encaminham para o que poderíamos considerar um outro período pré-1998, ou seja, uma debate arrastado por anos sem que houvesse um consenso entre cientistas. Podemos considerar como um recurso tático a utilização das incertezas nos textos científicos. De qualquer forma as certezas em seus enunciados se manterão, mesmo que possíveis controvérsias sejam geradas. Ao adotarem as incertezas, os cientistas jogam a discussão para o futuro, para um possível progresso das ciências, ou um avanço tecnológico que poderá resolver as questões pendentes.

Em 2005 é publicado na Science um artigo que foi considerado por muitos especialistas na área de aquecimento global como o estudo definitivo que provaria a existência do fenômeno (FLANNEY, 2007). Este texto, com pouco mais de quatro

páginas e diversos gráficos buscaria outro caminho para a resolução do dilema climático, com um argumento que ao mesmo tempo em que se apresentaria específico de uma área, seria também aglutinador de vários outros estudos. Muito embora apresente confirmações e afirmações, as incertezas permeiam todo o artigo.

Em “*Earth’s Energy Imbalance: confirmation and implications.*” o grupo do cientista climático James Hansen aborda a questão da inércia térmica do planeta, e as consequências para esta pelas modificações na composição da atmosfera derivadas da emissão de gases do efeito estufa. Os autores afirmam que devido ao atraso na adequação térmica da Terra em relação às modificações no seu balanço energético é possível conter os avanços do aquecimento global, desde que suas causas sejam encerradas num prazo de tempo viável para que não sejam incorporadas as trocas de calor entre o planeta e o restante do universo.

[...] O efeito da inércia é de atrasar a resposta da Terra para as forças climáticas, ou seja, as trocas no balanço energético do planeta que tendem a alterar a temperatura global. Este atraso proporciona uma oportunidade de reduzir a magnitude das mudanças climáticas antropogênicas antes que tenha se realizado completamente, desde que ações apropriadas sejam tomadas [...] (HANSEN et al., 2005: 1431)¹⁰

Hansen procura estabelecer o quadro geral de funcionamento do balanço energético do planeta, trazendo para o argumento equações e dados, probabilidades, modelos e cenários. A inércia termal do planeta seria um elemento incontestável para a prova definitiva do aquecimento global. Os sinais desta inércia termal do planeta seriam perceptíveis, Segundo os cientistas: “[...] a presença de um acréscimo nas forças climáticas é um desequilíbrio entre a energia absorvida e emitida pelo planeta. Este desequilíbrio proporciona uma medida inestimável da rede climática atuando sobre a Terra [...]”¹¹ (HANSEN et al., 2005: 1431). Um desequilíbrio no funcionamento térmico planetário seria a resposta para a questão do aquecimento global?

¹⁰. “[...] *The effect of the inertia is to delay Earth’s response to climate forcings, i.e, changes of planet’s energy balance that tend to alter global temperature. This delay provides an opportunity to reduce the magnitude of anthropogenic climate change before it is fully realized, if appropriate action is taken [...]*”

¹¹ “[...] *the presence of an increasing climate forcing, is an imbalance between the energy absorbed and emitted by the planet. This imbalance provides an invaluable measure of the net climate forcing acting on Earth [...]*”

Devemos levar em conta, antes de tudo, que o grupo de Hansen escreve o artigo em um ano que os problemas ambientais de natureza climática tiveram seu ápice na mídia com o furacão Katrina, que assolou a cidade estadunidense de New Orleans. Além disso, o documentário de Al Gore “Uma Verdade Inconveniente” rodou o mundo, sendo discutido em vários momentos e rendendo ao político uma estatueta do Oscar no ano seguinte. No mais, foi o ano em que a política da Casa Branca, administrada por Bush se direcionou na aceitação do Protocolo de Kyoto e da formulação de uma política pública dos EUA que visasse à diminuição das emissões de gases do efeito estufa.

O argumento do grupo de Hansen é sedutor. Ao desvendar os mistérios do funcionamento do balanço energético do planeta os cientistas afirmam que a diferença na resposta climática às mudanças “[...] é uma função sensível o equilíbrio climático, variando aproximadamente o quadrado de sua sensibilidade, e isto depende das raras trocas de calor entre a superfície oceânica e as camadas mistas das suas profundezas [...]”¹² (HANSEN et al., 2005: 1431). Falando em nome da natureza e do mecanismo planetário que busca o equilíbrio de suas funções os cientistas podem estabelecer os critérios de funcionamento deste sistema

O atraso pode ser menor por década, se a sensibilidade climática é menor que 0.24°C por W/m^2 de força, mas para um século ou mais se a sensibilidade climática for de 1°C por W/m^2 ou maior. Evidências da história terrestre e modelos climáticos sugerem que a sensibilidade climática é $0.75^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ per W/m^2 , implicando que 25 a 50 anos são necessários para a temperatura da superfície da Terra atingir 60% de seu equilíbrio.¹³ (HANSEN et al., 2005: 1431)

O sistema terrestre e sua sensibilidade climática estariam marcados por um nível de funcionamento “desejável” e, portanto, qualquer alteração, em seus ciclos e variáveis energéticas, poderia ser captada pelos instrumentos científicos, no caso, os satélites da NASA e por demais estudos anteriores. Seu recorte temporal é longo, de 1880 a 2003, trazendo informações do que seria considerado como uma média ao “*climate forcing*”

¹² “[...] is a sensitive function of equilibrium climate sensitivity, varying approximately as the square of the sensitivity, and it depends on the rate of heat exchange between the ocean’s surface mixed layer and the deeper ocean.[...]”

¹³ “The lag could be as short as a decade, if climate sensitivity is as small as 0.24°C per W/m^2 of forcing, but it is a century or longer if climate sensitivity is 1°C per W/m^2 or larger. Evidence from Earth’s history and climate models suggests that climate sensitivity is $0.75^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ per W/m^2 , implying that 25 to 50 years are needed for Earth’s surface temperature to reach 60% of its equilibrium response.”

baseado nos estudos sobre a atuação dos GHGs (Greenhouse Gases) ou gases do efeito estufa, a função dos aerossóis e o papel de vulcões no incremento de gases na atmosfera, nesta perspectiva temporal. Tudo isto, servindo como base para determinar as variáveis médias dos ciclos naturais e conseqüentemente determinar tudo que for diferente disto como uma prova do aquecimento global.

Qual a manobra seguinte? Promover a análise de modelos globais simulados em computador, num total de cinco ensaios com 25 anos de diferença entre eles. Buscando assim estabelecer estas variáveis naturais e introduzindo os possíveis aumentos na temperatura, propondo também a determinante espacial na simulação:

[...] A distribuição especial do aquecimento simulado é ligeiramente excessivo nos trópicos, alguns décimos de graus Celsius, e na média o aquecimento simulado é alguns de décimos de graus Celsius menor que o observado nas latitudes médias do Hemisfério Norte, mas existe uma variação substancial de um modelo para outro [...] ¹⁴ (HANSEN et al., 2005: 1431)

Somente na distribuição especial das simulações haveria uma variável que não unificaria todos os modelos. A justificativa dos cientistas para tal anomalia seria o papel dos aerossóis que poderiam modificar a presença do aquecimento em determinadas partes do planeta, mas não apareceriam estas anomalias quanto se trata do aquecimento em si. De acordo com o modelo, a Terra estaria absorvendo mais radiação na forma de calor do que estaria enviando para o espaço. (HANSEN et al., 2005) A energia excessiva mantida pelo planeta estaria sendo acumulada pelos oceanos, que por outro lado confirmaria empiricamente o desequilíbrio energético do planeta.

O argumento destes cientistas promove a união da especulação computacional, na forma de simulações e o estabelecimento de cenários com a pesquisa empírica de medições efetuadas *in loco*, no caso dos oceanos. A conclusão desta união para o grupo de Hansen é de que o aquecimento é a soma da acumulação de calor pelos oceanos e sua transferência para outros espaços e ecossistemas, sem que estes consigam eliminar o excesso.

¹⁴ “[...] *The spatial distribution of the simulated warmign is slightly excessive in the tropics, as much as a few tenths of a degree Celsius, and on average the simulated warming is a few tenths of a degree Celsius less than that observed in middle latitudes of the Northern Hemisphere, but there is a substantial variation from one model run to another [...]*”.

[...] Em média nas cinco simulações, 85% do calor acumulado do oceano ocorreu acima de 750m, com o alcance de 78 a 91%. A média do calor obtido abaixo de 759m foi de $\sim 0.11 \text{ W/m}^2$. O restante 0.04 W/m^2 aqueceram a atmosfera, terras e gelo no mar e em terra [...] ¹⁵ (HANSEN et al., 2005: 1432)

A complexidade do aquecimento global que o caracteriza a partir de 1998 é posta a prova pelo modelo de Hansen, de uma só vez, promove a interação entre os diversos fatores pesquisados por outros cientistas em anos anteriores. Conseguindo adequar o fenômeno climático a todas as variáveis e possíveis controvérsias. Somente um modelo total para poder dar conta de um objeto total. Assim seria apenas necessário encaixar também o total de aquecimento simulado em watts por metro quadrado aos valores já em consenso sobre o aumento da temperatura no século XIX e XX, e suas “sobras” nos cálculos deixadas para um aquecimento futuro.

[...] O aquecimento global observado de 1880 até 2003 está entre $0,6^\circ$ to $0,7^\circ\text{C}$, no qual é totalmente responsável por aproximadamente 1 W/m^2 de força climática. De 1.8 W/m^2 de força, 0.85 W/m^2 permanece, ou seja, o aquecimento global adicional de $0,85 \times 0,67 \sim 0,6^\circ\text{C}$ está por acontecer no futuro, mesmo se a composição atmosférica e outras forças climáticas ficarem nos valores atuais. ¹⁶ (HANSEN et al., 2005: 1433)

Os cenários do grupo de Hansen procura estabelecer simulações do passado energético terrestre, mas ao mesmo tempo, numa forma de adequar seus dados com aqueles já reconhecidos pelo consenso científico sobre o tema, fazem a projeção futura dos possíveis aumentos na temperatura. Corrobora para isto a seqüência do artigo, no qual fazem a comparação do passado com o presente climático terrestre. Para os cientistas, haveria estes dados nos quais chegaram pelos modelos seriam suficientes para relacionar o passado com o presente detectando o desequilíbrio energético e, portanto revelando o aumento na temperatura neste período.

¹⁵ “[...] On average for the five simulations, 85% of the ocean heat storage occurred above 750m, with the range from 78 a 91%. The mean heat gain below 759 m was $\sim 0.11 \text{ W/m}^2$. The remaining 0.04 W/m^2 warmed the atmosphere and land and melted sea ice and land ice [...]”

¹⁶ “[...] The observed 1880 to 2003 global warming is 0.6° to 0.7°C , which is the full response to nearly 1 W/m^2 of forcing. Of the 1.8 W/m^2 forcing, 0.85 W/m^2 remains, i.e., additional global warming of $0.85 \times 0.67 \sim 0.6^\circ\text{C}$ is “in the pipeline” and will occur in the future even if atmospheric composition and other climate forcings fixed at today’s values.”

O próximo passo é tornar esta relação uma forma de modelar os futuros impactos do aquecimento global no planeta, para promover possíveis ações na redução do CO₂ e o controle do balanço energético planetário. A preocupação maior dos cientistas seria com o nível dos oceanos. Segundo o grupo de Hansen, as grandes massas de água seriam caracterizadas por dois componentes, o estéril, que proporciona a manutenção térmica, e o eustático que prevê a manutenção das trocas de águas entre os oceanos.

Ambos mecanismos seriam a base para o entendimento sobre a elevação dos níveis do oceanos. Os cientistas concluem a partir de suas simulações que o nível médio subiu em torno de 1.4 e 1.6 cm por década, isto apenas contando com o componente estéril, pois não tinham meios de calcular o eustático, que foi trazido para a discussão no artigo a partir de medições do IPCC, um acréscimo de 1,5cm por década. A soma aumenta quando se equaciona também degelo dos icebergs e a diminuição do albedo¹⁷ terrestre, considerando que a retroação positiva¹⁸ aumentaria consideravelmente.

Um derretimento muito mais rápido é possível se as descargas de iceberg acelerarem, com algumas observações recentes sugerem, e ocorreu em casos anteriores de forte aumento do nível do mar que acompanhou o rápido aquecimento global [...] outra retroação positiva inclui a redução do albedo das geleiras, uma diminuição das superfícies das geleiras e os efeitos do aumento no nível do mar nas regiões costeiras.¹⁹ (HANSEN et al., 2005: 1434)

O artigo termina com as implicações deste desequilíbrio e também depois de várias afirmações em toda sua argumentação, traz as incertezas sobre suas análises. Para os autores, o maior problema nas medições e cenários montados seria a diferença temporal entre mudanças nas características das geleiras e as mudanças oceânicas, já que não possibilitariam uma análise integrada entre ambas. A dinâmica de alterações em

¹⁷ Albedo é a quantidade de brancura do planeta. Esta brancura auxilia na eliminação dos raios solares de volta para o espaço. Um componente importante nas medições do aquecimento global, pois quanto menor o albedo, proveniente majoritariamente das geleiras, menor a capacidade do planeta em refratar a radiação solar absorvida.

¹⁸ A atmosfera seria capaz tanto de absorver os raios solares, fenômeno conhecido como retroação positiva e também de refratar estes raios, atividade denominada retroação negativa.

¹⁹ “[...] *Much more rapid melt is possible if iceberg discharge is accelerating, as some recent observations suggest, and has occurred in past cases of sharp sea level rise that accompanied rapid global warming [...] Other positive feedbacks include reduced ice sheet albedo, a lowering of the ice sheet surface, and effects of rising sea level on coastal shelves.*”

suas composições são problemas que poderiam interferir no controle climático pelo ser humano. Se não fosse bem calculado os diferentes tempos de mudanças poderiam ocorrer incertezas nos modelos aplicados nas simulações do grupo de Hansen. Além disso, o cerne dos cenários montados, as forças climáticas que atuam sobre a atmosfera também é um problema apenas revelado nos últimos parágrafos: “[...] *Uma ressalva de nossa análise diz respeito às incertezas das forças climáticas.*”²⁰ (HANSEN et al., 2005: 1434). Para os cientistas era necessário estabelecer um ponto médio das forças climáticas para balancear as equações e após isto jogar para o futuro a confirmação de suas certezas. “[...] *mesmo se a rede de forças climáticas for confirmada pela continuidade de medições da acumulação de calor oceânica, ainda permanecerá muito espaço para trade-offs entre diferentes forças climáticas [...]*”²¹ (HANSEN et al., 2005: 1434).

Os aerossóis também seriam outra incerteza, lembrando que este elemento entrou na composição do cenário como um dos três principais fatores de definição do aquecimento global. Para os cientistas, tanto os aerossóis que atuam de maneira direta e os indiretos sobre atmosfera foram estimados nas análises que empreenderam, mas que sua ação poderia estabelecer também um escurecimento global e a evaporação do calor. Um efeito ambíguo que aparentemente não levaram em conta nos modelos, mas que deixaram para as incertezas.

Ainda no fim do artigo, fazem a ressalva de que dada a magnitude do desequilíbrio energético do planeta e as incertezas sobre o que isto acarreta seria necessário continuar a monitorar os elementos chaves das forças climáticas. “[...] *A continuação das medições da temperatura do oceano e sua altura são necessárias para confirmar que o desequilíbrio energético não é uma flutuação e para determinar a rede de forças climáticas atuantes no planeta [...]*”²² (HANSEN et al., 2005: 1434). E que depois de confirmadas as modificações na inércia térmica seria possível estabilizar o clima terrestre.

²⁰ “[...] *A caveat accompanying our analysis concerns the uncertainty in climate forcings.*”

²¹ “[...] *Even if the net forcing is confirmed by continued measurement of ocean heat storage, there will remain much room for trade-offs among different forcings [...]*”

²² “[...] *Continuation of the ocean temperature and altimetry measurements is needed to confirm that the energy imbalance is not a fluctuation and to determine the net climate forcing acting on the planet [...]*”

Assim, depois de trabalhar seus cenários e modelos como uma certeza, tratando os dados obtidos como uma verdade científica encerra o artigo argumentando que tudo isto estaria passível de confirmação empírica e a partir disto suas conclusões poderiam ser confirmadas. Em vista das incertezas o artigo de Hansen pode ser considerado como definitivo sobre o aquecimento global, como apontam certos especialistas?

Entendo o artigo do grupo de Hansen como um instrumento legitimador e aglutinador das afirmações de vários cientistas em um momento favorável ao término da discussão sobre a existência de um aquecimento global, e a ascensão de outro conjunto de debates, que já estavam em pauta desde pelo menos 1998, sobre os efeitos do fenômeno para a humanidade e o ambiente planetário.

Por um lado, o texto pode ser definido como um “divisor de águas” no que se refere às controvérsias iniciais sobre o tema, que vão do final da década de 1980 até 1997 e por outro, como um artigo que dá continuidade aos debates que vigoraram a partir de 1998. Num mesmo documento temos a ruptura de um momento e a continuidade de outro, que seguiram linhas temporais semelhantes por alguns anos.

O que irá acontecer após o artigo do grupo de Hansen foge do meu escopo de análise neste ensaio, mas é certo que suas certezas e incertezas mexeram com o meio científico e a sociedade em geral interessada no “aquecimento global”. Hoje em dia quase não encontramos espaços na mídia e em outros lugares para a discussão sobre a existência ou não do aquecimento global, ou será que encontramos?

Conclusão

Abordei a formulação de um consenso forçado pela Science em 1997 no sentido de movimentar as discussões sobre aquecimento global, passando os debates sobre os mecanismos do evento climático. O consenso partiu de um episódio político, que foi a reunião do IPCC neste ano e junto a isto a produção de um documento que visava controlar as emissões de gases do efeito estufa, o Protocolo de Kyoto. Tanto o documento quanto o próprio IPCC serviram como suporte político para a Science promover a conformidade científica.

Em seguida apresentei a apropriação do aquecimento global, enquanto uma “verdade científica”, mas permeada de incertezas. Utilizei para caracterizar estas

incertezas um artigo publicado na revista no ano de 2005 e considerado como o definitivo sobre o aquecimento global. Este texto do grupo de cientistas encabeçados por James Hansen teria comprovado o fenômeno tendo como objeto o balanço energético do planeta, que estaria em desequilíbrio. Porém, os cientistas utilizam modelos e simulações de computador que não podem ser consideradas como conclusivas, mas prenhe de dúvidas que apenas poderiam ser sanadas com futuras medições.

Por fim, tive a intenção de esboçar a construção e a apropriação do conhecimento científico sobre o aquecimento global contemporâneo. A chave-interpretativa que utilizei foi a do estabelecimento de um consenso forçado no meio científico promovido pela revista *Science* a partir do ano de 1998. Este consenso teria fortalecido a posição dos “crentes” no aquecimento global e provocado a diversificação das pesquisas e objetos, além do aumento dos atores humanos e não-humanos envolvidos nas controvérsias que apareceram.

Bibliografia

BOLIN, Bert. *The Kyoto negotiations on climate change: a Science perspective*. In: **Science Magazine**. Vol. 279, N. 5349, 16/01/1998. pp. 330-331.

FLANNERY, Tim. **Os senhores do clima**. Rio de Janeiro: Record, 2007.

HANSEN, James et. al. *Earth's Energy Imbalance: confirmation and implications*. In: **Science Magazine**. Vol. 308, N. 5727, 3/06/2005. pp. 1431-1434.

KANDEL, Robert. **O reaquecimento climático**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

KERR, R. *Is the world warming or not?* In: **Science Magazine**. Vol. 267, N. 5198, 3/02/1995. p. 612.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos**. São Paulo: Nobel, 1988.