

CAPÍTULO XII - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A distribuição atual não pode ser responsabilizada pelas diferenças nas condições físicas — Importância das barreiras — Afinidade das produções do mesmo continente — Centros de criação — Meios de dispersão, pelas mudanças do clima e do nível da terra, e meios ocasionais — Dispersão durante a era glacial — Eras glaciais alternadas no norte e no sul

Considerando a distribuição dos seres orgânicos na face do globo, o primeiro grande fato que nos impressiona é que nem a semelhança ou a diversidade dos habitantes das várias regiões pode ser completamente resultado do clima e de outras condições físicas. Nos últimos tempos, quase todo autor chegou a essa conclusão após estudar o assunto. Apenas o caso da América quase bastaria para provar a verdade: pois se excluirmos as zonas temperadas ártica e setentrional, todos os autores concordarão que uma das divisões mais fundamentais na distribuição geográfica é entre o Novo e o Velho Mundo; mas, se viajarmos pelo vasto continente americano, encontraremos as condições mais diversificadas; regiões úmidas, desertos áridos, montanhas altas, planícies cobertas de grama, florestas, pântanos, lagos e grandes rios em quase todas as temperaturas. Não há um clima ou condição no Velho Mundo que não tenha paralelo no Novo — pelo menos tão próximos como as mesmas espécies exigem. Sem dúvida há áreas no Velho Mundo mais quentes do que qualquer uma no Novo Mundo, mas elas não são habitadas por uma fauna diferente daquela das regiões vizinhas; pois é raro encontrar um grupo de organismos restrito a uma pequena área cujas condições são pouco peculiares. Apesar desse paralelismo geral nas condições do Velho e Novo Mundo, como são diferentes suas produções vivas! No hemisfério sul, se compararmos grandes trechos de terra na Austrália, África do Sul e na América do Sul ocidental, entre as latitudes de 25° e 35°, encontraremos partes muito similares em todas as condições,

mas não seria possível citar três faunas e floras mais diferentes. Ou, se compararmos as produções da América do Sul a sul da latitude de 35° com aquelas a norte de 25°, separadas por um espaço de dez graus de latitude e expostas a condições bem diferentes, ainda assim elas são incomparavelmente mais próximas umas às outras do que em relação às produções da Austrália ou da África sob quase o mesmo clima. Há fatos semelhantes a respeito dos habitantes marinhos.

Um segundo grande fato que nos impressiona em nossa revisão geral é que barreiras de todo tipo ou obstáculos à livre migração relacionam-se de forma próxima e importante às diferenças entre as produções de várias regiões. Vemos isso na grande diferença em quase todas as produções terrestres do Novo e do Velho Mundo, exceto nas zonas setentrionais, onde a terra quase se junta, e, sob um clima um pouco diferente, onde houve migração livre para as formas temperadas setentrionais, como há agora para as produções árticas. Vemos o mesmo fato na grande diferença entre os habitantes da Austrália, da África e América do Sul na mesma latitude; pois essas regiões são quase tão isoladas uma da outra quanto possível. Em cada continente também vemos o mesmo fato, pois nos lados opostos de cordilheiras elevadas e contínuas, de grandes desertos e até de grandes rios, encontramos produções diferentes; mas, como cadeias montanhosas, desertos, etc. não são tão intransponíveis ou podem durar tanto como os oceanos que separam continentes, as diferenças são bem inferiores em grau àquelas características de continentes distintos.

Em se tratando do mar, encontramos a mesma lei. Os habitantes marinhos das costas oriental e ocidental da América do Sul são bem distintos, com pouquíssimos crustáceos, equinodermos ou conchas em comum; mas o dr. Gunther demonstrou recentemente que cerca de 30% dos peixes são os mesmos em lados opostos do istmo do Panamá; e esse fato levou os naturalistas a acreditar que o istmo já fora aberto. A oeste das costas da América estende-se um grande espaço de oceano aberto, sem uma ilha como ponto de parada para emigrantes; aqui temos uma barreira de outro tipo e assim que é ultrapassada encontramos nas ilhas orientais do Pacífico outra fauna totalmente diferente. De modo que há três faunas marinhas de norte a sul nas linhas paralelas não muito distantes uma da outra e em climas correspondentes; mas, por serem separadas por barreiras intransponíveis, de terra ou mar aberto, são completamente diferentes. Por outro lado, ainda mais a oeste das ilhas orientais das regiões tropicais do Pacífico, não encontramos barreiras intransponíveis e há inúmeras ilhas para ponto de parada ou costas

contínuas, após viajar por um hemisfério, até chegarmos às costas da África; e sobre esse grande espaço não encontramos faunas marinhas bem definidas e distintas. Embora poucos animais marinhos sejam comuns às três faunas semelhantes da América Oriental e Ocidental e das ilhas orientais do Pacífico mencionadas antes, há muitos peixes desde o Oceano Pacífico até o Índico e muitas conchas comuns às ilhas orientais do Pacífico e às costas orientais da África em meridianos quase opostos.

Um terceiro grande fato, incluso em parte na afirmação anterior, é a afinidade das produções dos mesmo continente ou mar, embora as espécies sejam distintas em pontos e locais diferentes. É uma lei da maior generalidade e todo continente apresenta inúmeros exemplos. No entanto, o naturalista, ao viajar, por exemplo, de norte a sul, não deixa de se impressionar pelo modo em que grupos de seres sucessivos, especialmente distintos, mas relacionados, substituem um ao outro. Ele ouve notas quase iguais de pássaros distintos, mas aparentados, e vê seus ninhos construídos de forma semelhante, mas não igual, com ovos coloridos quase da mesma forma. As planícies perto do Estreito de Magalhães são habitadas por uma espécie de ema (avestruz americano) e ao norte nas planícies de La Plata há outra espécie do mesmo gênero e não um avestruz verdadeiro ou casuar, como aqueles habitando a África e a Austrália na mesma latitude. Nessas mesmas planícies de La Plata vemos a cutia e a viscacha, animais com quase os mesmos hábitos de nossas lebres e coelhos, pertencentes à mesma ordem de Roedores, mas apenas exibem um tipo de estrutura americana. Subindo os picos elevados das cordilheiras encontramos uma espécie alpina de viscacha; olhando as águas não encontramos o castor ou o rato-almiscarado, mas o ratão-do-banhado e a capivara, roedores do tipo sul-americano. Há vários outros exemplos. Se analisarmos as ilhas na altura da costa americana, por mais que difiram na estrutura geológica, os habitantes são essencialmente americanos, embora possam ser todos de espécies peculiares. Podemos olhar para o passado, como demonstrado no último capítulo, e veremos tipos americanos predominantes no continente e nos mares americanos. Vemos nesses fatos algum vínculo orgânico profundo, pelo espaço e pelo tempo, nas mesmas áreas de terra e água, independentemente das condições físicas. O naturalista que não perguntar que vínculo é esse deve ser estúpido.

O vínculo é apenas a hereditariedade, aquela causa que sozinha, até onde sabemos, produz organismos semelhantes ou, como vemos no caso de variedades, quase iguais. A diversidade dos habitantes das diferentes regiões pode ser atribuída à modificação pela variação e seleção

natural, e provavelmente de uma forma subordinada à influência decisiva de diferentes condições físicas. Os níveis de diversidade dependerão do impedimento mais ou menos eficaz da migração de formas de vida mais dominantes de uma região para outra em períodos mais ou menos remotos; da natureza e número dos antigos imigrantes; e da ação dos habitantes uns sobre os outros levando à preservação de diferentes modificações; a relação entre os organismos na luta pela vida, como já afirmei, é a mais importante de todas. Portanto a grande importância das barreiras entrarem em ação impedindo a migração; assim como o tempo para o processo lento de modificação pela seleção natural. As espécies muito abrangentes, com muitos indivíduos, que já triunfaram sobre muitos competidores em seus extensos lares terão melhor chance de ocupar novos lugares quando se espalharem para novas regiões. Em seus novos lares ficarão expostas a novas condições e passarão por modificações e aperfeiçoamentos; e assim serão ainda mais vitoriosas e produzirão grupos de descendentes modificados. Segundo esse princípio de hereditariedade com modificação, podemos entender como partes ou gêneros completos e até famílias restringem-se às mesmas áreas, como é o caso.

Não há evidências, como se observou no último capítulo, da existência de uma lei de desenvolvimento necessário. Como a variabilidade de cada espécie é uma propriedade independente e a seleção natural tirará vantagem dela, por beneficiar cada indivíduo em sua complexa luta pela vida, o total de modificação em espécies diferentes não terá quantidade uniforme. Se várias espécies, após competirem por muito tempo em seu antigo lar, migrarem em conjunto para uma região nova e antes isolada, estarão menos sujeitas à modificação; pois nem a migração ou o isolamento em si causam alguma coisa. Esses princípios entram em ação apenas conduzindo os organismos a novos relacionamentos e em menor grau com as condições físicas ambientais. Como vimos no último capítulo que algumas formas conservaram quase o mesmo caráter de um período geológico remotíssimo, certas espécies migraram por vastos espaços e não foram muito modificadas.

Segundo essas visões, é óbvio que as várias espécies do mesmo gênero, embora habitem os cantos mais distantes do mundo, vieram originalmente da mesma fonte, pois descendem do mesmo progenitor. No caso dessas espécies, que tiveram pouca modificação durante períodos geológicos completos, não há muita dificuldade em acreditar que elas migraram da mesma região; pois durante as grandes mudanças geográficas e climáticas ocorridas desde a Antiguidade, quase nenhuma

migração é possível. Mas, em muitos outros casos, nos quais temos motivos para acreditar que as espécies de um gênero foram produzidas em tempos recentes, há grande dificuldade nesse assunto. Também é óbvio que os indivíduos da mesma espécie, embora agora habitem regiões distantes e isoladas, vieram de um ponto onde seus progenitores foram produzidos primeiro: pois, como foi explicado, é incrível que indivíduos idênticos resultem de progenitores distintos.

Criaturas únicas de criação suposta - Somos levados à questão muito discutida por naturalistas: se as espécies foram criadas em um ou mais pontos da superfície terrestre. Sem dúvida há muitos casos de dificuldade extrema em entender como uma mesma espécie poderia migrar de um ponto para vários locais distantes e isolados onde está agora. Entretanto, a simplicidade da visão de que as espécies foram produzidas primeiro em uma única região fascina. Quem a rejeita, rejeita a vera causa da geração comum com uma posterior migração, e acredita na ação de um milagre. Todos reconhecem que em muitos casos a área habitada por uma espécie é contínua, e quando uma planta ou animal habita dois pontos tão distantes um do outro ou com um intervalo de natureza tal que o espaço não pode ser facilmente transponível, o fato é apresentado como algo notável e excepcional. A incapacidade de migrar cruzando um amplo mar é mais clara no caso de mamíferos terrestres do que talvez no de outros seres orgânicos; e, portanto, não encontramos exemplos inexplicáveis dos mesmos mamíferos habitando pontos distantes do mundo. Nenhum geólogo acha difícil a Grã-Bretanha possuir os mesmos quadrúpedes que o resto da Europa, pois eles já foram unidos sem dúvida. Mas se a mesma espécie pode ser produzida em dois pontos separados, por que não encontramos um único mamífero comum à Europa, Austrália ou à América do Sul? As condições de vida são quase as mesmas para que vários animais e plantas europeus naturalizem-se na América e na Austrália e para que algumas das plantas nativas sejam idênticas nesses pontos distantes dos hemisférios norte e sul? A resposta, creio eu, seria que os mamíferos não conseguiram migrar, enquanto algumas plantas, por seus variados meios de dispersão, cruzaram espaços amplos e recortados. A grande e espantosa influência de barreiras de todos os tipos é compreensível apenas segundo a visão de que a grande maioria das espécies foi produzida em um lado e não conseguiu migrar para o lado oposto. Algumas poucas famílias, muitas subfamílias, muitos gêneros e um número ainda maior de partes de gêneros se limitam a uma única região e vários naturalistas observaram que os gêneros mais naturais, ou aqueles nos quais as espécies são mais

aparentadas, em geral ficam na mesma região ou, se tiver uma ampla área de ocorrência, esta é contínua. Seria uma anomalia tão estranha se uma regra diretamente oposta prevalecesse quando descemos na série até os indivíduos da mesma espécie e estes, pelo menos a princípio, não se limitassem a uma região!

Por isso parece-me, assim como para outros naturalistas, que a visão de cada espécie produzida apenas em uma área e migrando depois daquela área para tão longe quanto permitem seus poderes de migração e subsistência sob condições passadas e presentes é a mais provável. Sem dúvida ocorrem muitos casos nos quais não conseguimos explicar como a mesma espécie passou de um ponto a outro. Mas as mudanças geográficas e climáticas, que ocorreram em eras geológicas recentes, interromperam a área de ocorrência de muitas espécies, antes contínua. De modo que somos obrigados a considerar se as exceções à continuidade de área de ocorrência são tão numerosas ou de natureza tão grave para que desistamos da crença, provável por considerações gerais, de que cada espécie foi produzida em uma área e migrou dali para tão longe quanto podia. Seria entediante discutir todos os casos de exceção da mesma espécie, vivendo agora em pontos distantes e separados, e não pretendo em nenhum momento dar alguma explicação dos muitos exemplos. Mas, após observações introdutórias, discutirei algumas das classes de fatos mais interessantes: primeiro, a existência da mesma espécie nos cumes de cordilheiras longínquas e em pontos distantes das regiões ártica e antártica; segundo (no capítulo seguinte), a ampla distribuição de produções de água doce e, terceiro, a ocorrência das mesmas espécies terrestres em ilhas e no continente mais próximo, mesmo separadas por centenas de quilômetros de mar aberto. Se a existência de uma mesma espécie em pontos distantes e isolados da superfície terrestre pode em muitos casos ser explicada pela visão de que cada espécie migrou de um único lugar de origem; então, considerando nossa ignorância sobre as antigas mudanças climáticas e geográficas e os vários meios de transporte ocasionais, a crença de que um único lugar de origem seja a regra parece-me a mais segura.

Ao discutir esse assunto, conseguiremos considerar ao mesmo tempo um ponto igualmente importante para nós: se as várias espécies de um gênero que, segundo nossa teoria, descendem de um progenitor comum migraram, passando por modificações enquanto isso, de uma área. Se, quando muitas das espécies de uma região forem diferentes daquelas de outra região, mas aparentadas delas, pudermos demonstrar que a migração de uma região à outra ocorreu em algum período antigo,

nossa visão geral será fortalecida; pois a explicação é óbvia no princípio da descendência com modificação. Uma ilha vulcânica, por exemplo, elevada e formada a uma distância de algumas centenas de quilômetros de um continente, receberia de lá com o tempo algumas colônias e seus descendentes, mesmo modificados, ainda estariam relacionados por hereditariedade aos habitantes daquele continente. Casos dessa natureza são comuns e, como veremos depois, inexplicáveis segundo a teoria da criação independente. Essa visão da relação das espécies de uma região com as de outra não difere muito daquela apresentada pelo sr. Wallace concluindo que toda espécie passa a existir coincidindo em espaço e tempo com uma espécie aparentada preexistente. Sabe-se agora que ele atribui essa coincidência à descendência com modificação.

A questão de centros de criação únicos ou múltiplos difere de outra relacionada a ela: se todos os indivíduos da mesma espécie descendem de um único par, ou único hermafrodita, ou se, como alguns autores supõem, de muitos indivíduos criados simultaneamente. Em relação aos seres orgânicos que nunca se cruzam, se existem, cada espécie descende de uma sucessão de variedades modificadas que substituíram as outras, mas nunca se misturaram com outros indivíduos ou variedades da mesma espécie; de modo que, em cada estágio de modificação sucessivo, todos os indivíduos da mesma forma descenderão de um progenitor único. Mas na grande maioria dos casos, com todos os organismos que costumam se unir a cada nascimento ou que se cruzam de vez em quando, os indivíduos da mesma espécie habitantes da mesma área manter-se-ão quase uniformes pelo intercruzamento; por isso muitos continuarão a mudar ao mesmo tempo e toda quantidade de modificação em cada estágio deve-se à descendência de um progenitor comum. Para ilustrar o que digo: nossos cavalos de corrida ingleses diferem daqueles de outras raças; mas sua diferença e superioridade não se devem à descendência de um único par, mas ao cuidado contínuo com a seleção e o treinamento de muitos indivíduos durante cada geração.

Antes de discutir as três classes de fatos que selecionei por apresentarem a maior dificuldade segundo a teoria dos centros únicos de criação, devo falar um pouco sobre os meios de dispersão.

Meios de Dispersão

Sir C. Lyell e outros autores trataram bem desse assunto. Posso dar aqui apenas um resumo breve dos fatos mais importantes. A mudança climática teve uma influência poderosa sobre a migração. Uma região

agora intransponível a certos organismos pela natureza de seu clima pode ter sido local propício para migração quando as condições eram diferentes. Discutirei, porém, esse tópico do assunto com mais detalhes. As mudanças de nível na terra também devem ser muito influentes: um istmo estreito separa agora duas faunas marinhas; afunde-o, ou se afundou no passado, e as duas faunas misturar-se-ão, ou estavam misturadas no passado. Onde agora se estende o mar, no passado a terra pode ter ligado ilhas ou até continentes, permitindo que as produções terrestres passassem de um lugar a outro. Nenhum geólogo discute que grandes mutações de nível ocorreram no período dos organismos existentes. Edward Forbes insistiu que todas as ilhas no Atlântico eram provavelmente ligadas recentemente à Europa ou África, da mesma forma que a Europa ligava-se à América. Outros autores hipoteticamente colocaram pontes sobre todo o oceano, unindo quase toda ilha a algum continente. Se os argumentos usados por Forbes forem confiáveis, aceita-se que não há uma única ilha que não fora unida recentemente a algum continente. Essa visão desfaz o nó górdio da dispersão de uma mesma espécie para os pontos mais distantes e acaba com a dificuldade; mas, no meu modo de pensar, não podemos aceitar essas mudanças geográficas enormes no período das espécies existentes. Parece-me que temos bastante evidência de grandes oscilações no nível da terra ou do mar, mas não dessas vastas mudanças na posição e extensão de nossos continentes para uni-los entre si e às várias ilhas oceânicas em um período recente. Admito a existência prévia de muitas ilhas, enterradas agora no fundo do mar, que serviram como ponto de parada para plantas e muitos animais durante sua migração. Nos oceanos produtores de corais, essas ilhas submersas exibem agora anéis de coral ou atóis sobre elas. Quando se aceitar, como um dia ocorrerá, que cada espécie veio de um único lugar de origem, e soubermos com o tempo algo definitivo sobre os meios de distribuição, conseguiremos especular com segurança sobre a extensão prévia da terra. Mas não creio haver prova de que, em um período recente, a maioria dos nossos continentes, agora separados, unia-se continuamente, ou quase, uns aos outros ou às muitas ilhas oceânicas existentes. Vários fatos na distribuição, tais como a grande diferença nas faunas marinhas dos lados opostos de quase todo continente, a relação próxima dos habitantes terciários de várias terras e mares com os atuais, o grau de afinidade entre mamíferos que habitam ilhas com aqueles do continente, determinada em parte (como ainda veremos) pela profundidade do oceano interveniente, e outros fatos semelhantes, opõem-se à admissão de que essas incríveis revoluções geográficas ocorreram em um período recente

sejam tão necessárias, na visão apresentada por Forbes e aceita por seus seguidores. A natureza e as proporções relativas dos habitantes das ilhas oceânicas opõem-se também à crença da continuidade prévia dos continentes. A composição vulcânica quase sem exceção dessas ilhas também não favorece a admissão de que elas sejam as ruínas de continentes submersos; se elas existiram originalmente como cadeias de montanhas continentais, pelo menos algumas formaram-se, como outros cumes de montanhas, de granito, xistos metamórficos, rochas fossilíferas antigas e outras, em vez de consistir de meras pilhas de matéria vulcânica.

Devo dizer agora algumas palavras sobre os chamados meios acidentais, mas que seriam chamados mais corretamente de meios de distribuição ocasionais. Tratarei aqui apenas das plantas. Em obras sobre botânica, essa ou aquela planta é considerada mal adaptada para uma ampla disseminação; mas não se sabe qual tem maior ou menor facilidade para o transporte pelo mar. Até fazer alguns experimentos, com a ajuda do Sr. Berkeley, nem se sabia por quanto tempo as sementes resistiriam à ação prejudicial da água do mar. Para minha surpresa, descobri que, dos 87 tipos, 64 germinaram após uma imersão de 28 dias e alguns sobreviveram a uma imersão de 137 dias. Notou-se que certas ordens foram mais danificadas do que outras: nove leguminosas foram testadas e, com uma exceção, resistiram mal à água salgada; sete espécies de ordens aparentadas, Hydrophyllaceae e Polemoniaceae, morreram após um mês de imersão. Por conveniência, utilizei principalmente sementes pequenas, sem a cápsula ou fruto; e como todas essas afundaram em poucos dias, não conseguiram flutuar por vastos espaços do mar, danificadas ou não pela água do mar. Depois testei alguns frutos maiores, cápsulas, etc., e alguns desses flutuaram por um bom tempo. Sabe-se bem a diferença na flutuabilidade da madeira verde e seca; ocorreu-me que as cheias levariam ao mar plantas ou galhos secos com cápsulas de sementes ou frutos. Por isso, resolvi secar os estemas e troncos de 94 plantas com o fruto maduro e colocá-las na água salgada. A maioria afundou rápido, mas algumas flutuaram bem mais quando secas do que quando estavam verdes; por exemplo, as avelãs maduras afundaram de imediato, mas, quando secas, flutuaram por 90 dias e depois germinaram quando plantadas. Uma planta de aspargo com sementes maduras flutuou por 23 dias; quando seca, por 85 dias, e as sementes germinaram depois. As sementes maduras de *Helosciadium* afundaram em dois dias; quando secas, flutuaram por mais de 90 dias e germinaram depois. De modo geral, dentre 94 plantas secas, 18 flutuaram por mais de 28 dias, e algumas delas por muito mais tempo. Do modo como 64 de 87 tipos de

sementes germinaram após uma imersão de 28 dias, e 18 de 94 espécies distintas com frutos maduros (mas não as mesmas do experimento anterior) flutuaram, após secarem, por mais de 28 dias, conclui-se que as sementes de 14 de 100 tipos de plantas de qualquer região flutuariam por correntes marítimas durante 28 dias, conservando seu poder de germinação. No Atlas Físico de Johnston, a proporção média das várias correntes atlânticas é de 33 milhas por dia (61 quilômetros) (algumas correm a uma proporção de 60 milhas por dia [111 quilômetros]); nessa média, as sementes de 14 de 100 plantas pertencentes à mesma região flutuariam por 924 milhas (1.711 quilômetros) de mar para outra região e, quando encalhassem, se um vento forte as soprasse para um ponto favorável, germinariam.

Após meus experimentos, M. Martens testou alguns similares, mas de forma melhor, pois colocou as sementes em uma caixa no mar de verdade, de modo que elas ficavam ao mesmo tempo molhadas e expostas ao ar como plantas flutuantes. Ele testou 98 sementes, diferentes das minhas; mas escolheu muitos frutos grandes e sementes de plantas que vivem perto do mar; e isso favoreceria tanto a distância média de sua flutuação como sua resistência à ação danosa da água salgada. Por outro lado, ele não secou antes as plantas ou galhos com os frutos; e isso, como vimos, faria com que alguns deles flutuassem por mais tempo. Como resultado, 15/98 de suas sementes de diferentes tipos flutuaram por 42 dias e conseguiram germinar. Mas não duvido que as plantas expostas às ondas flutuariam por menos tempo do que aquelas protegidas do movimento violento como em nossos experimentos. Portanto, seria talvez mais seguro presumir que as sementes de aproximadamente 10/100 plantas de uma flora, depois de secas, flutuariam por um espaço de 900 milhas [1.666 quilômetros] de largura no mar e germinariam, O fato de os frutos maiores flutuarem mais do que os pequenos é inte ressante; pois as plantas com sementes ou frutos grandes com alcance restrito, como demonstrado por Alph. de Candolle, não poderiam ser transportadas por outros meios.

As sementes às vezes podem se transportadas de outra forma. A madeira flutuante para em muitas ilhas, mesmo naquelas no meio dos maiores oceanos, e os nativos das ilhas de coral no Pacífico procuram pedras para ferramentas somente nas raízes dessas árvores, sendo esse as pedras de um atributo real valioso. Descobri que quando pedras de forma irregular ficam incrustadas nos interstícios e atrás deles; tão perfeitamente que nem uma partícula possa ser levada pela água durante o transporte mais longo; em uma pequena porção de terra completamente

fechada pelas raízes de um carvalho com 50 anos de idade, três dicoletidôneas germinaram: tenho certeza da exatidão dessa informação. Posso demonstrar que os corpos das aves, quando flutuam no mar, às vezes não são devorados logo e muitos tipos de sementes nos bicos das aves flutuantes conservam por muito tempo sua vitalidade: favas e ervilhas, por exemplo, estragam mesmo após uma imersão de poucos dias na água do mar; mas algumas retiradas do bico de um pombo que flutuou na água do mar artificial por 30 dias germinaram, para minha surpresa.

Aves vivas não deixam de ser agentes muito eficazes no transporte de sementes. Posso apresentar muitos fatos mostrando como as aves são sopradas por ventos fortes para grandes distâncias pelo oceano. Supõe-se que sob essas circunstâncias sua velocidade de voo seria de 35 milhas por hora [56 quilômetros por hora] e alguns autores chegaram a um número ainda maior. Nunca vi um exemplo de sementes alimentícias passando pelos intestinos de uma ave; mas sementes duras de frutos passam incólumes até pelos órgãos digestivos de um peru. Por dois meses, colhi em meu jardim 12 tipos de sementes no excremento de pequenos pássaros que pareciam perfeitas e algumas delas, que foram testadas, germinaram. Mas este fato é mais importante: o bico das aves não secreta suco gástrico e, por experiência própria, sei que não prejudica em nada a germinação das sementes; ora, depois de uma ave encontrar e devorar um grande suprimento de comida, atesta-se que todos os grãos não passam pela moela por 12 ou até 18 horas. Nesse interim, uma ave pode ser soprada a uma distância de 500 milhas [926 quilômetros] e os falcões são conhecidos por escolher aves cansadas, e o conteúdo de seu bico ferido espalha-se mais facilmente. Alguns falcões e corujas engolem suas presas inteiras e, após um intervalo de 12 a 20 horas, regurgitam grânulos, que, pelo que concluí dos experimentos feitos em jardins zoológicos, incluem sementes capazes de germinação. Algumas sementes de aveia, trigo, milho, alpiste, cânhamo, trevo e beterraba germinaram depois de ficarem de 12 a 20 horas no estômago de diversas aves de rapina. Duas sementes de beterraba brotaram após ficarem assim por dois dias e 14 horas. Descobri que peixes de água doce comem sementes de muitas plantas terrestres e aquáticas: eles são devorados pelas aves e, com isso, as sementes podem ser transportadas de um lugar a outro. Coloquei muitos tipos de sementes no estômago de peixes mortos e com eles alimentei águias-pescadoras, cegonhas e pelicanos; nessas aves, após muitas horas, as sementes foram rejeitadas em grânulos ou no excremento e várias delas conservaram o poder de germinação. Certas sementes, porém, estragaram-se com o processo.

Os gafanhotos às vezes são levados pelo vento a grandes distâncias da terra; eu mesmo achei um a 370 milhas [595 quilômetros] da costa africana e ouvi falar de outros vistos em distâncias maiores. O rev. R. T. Lowe disse a Sir C. Lyell que em novembro de 1844 nuvens de gafanhotos visitaram a ilha da Madeira. Eram inúmeros em uma nuvem tão espessa quanto flocos de neve na pior tempestade e estenderam-se até onde poderiam ser vistos com um telescópio. Durante dois ou três dias eles se moveram de um lado a outro em uma imensa elipse, com pelo menos 5 ou 6 milhas (8 ou 9 quilômetros) de diâmetro e à noite pousavam nas árvores mais altas, que ficavam completamente cobertas deles. Eles então desapareceram sobre o mar tão repentinamente quanto apareceram, e não visitaram a ilha desde então. Em partes de Natal alguns fazendeiros acreditam, embora sem evidência suficiente, que sementes daninhas são introduzidas no gramado pelo esterco deixado pelas grandes nuvens de gafanhotos que visitam essa região. Em consequência a essa crença, o sr. Weale enviou-me em uma carta um pequeno embrulho com grânulos secos dos quais extraí sob o microscópio várias sementes, que resultaram em sete plantas de gramíneas, pertencentes a duas espécies de dois gêneros. Portanto, uma nuvem de gafanhotos, como aquela da ilha da Madeira, pode ser o meio de introdução de vários tipos de plantas em uma ilha distante do continente.

Embora o bico e os pés das aves sejam limpos, a terra às vezes adere a eles: em um caso retirei 61 grãos e em outro 22 grãos de terra argilosa seca do pé de uma perdiz e na terra havia um grânulo do tamanho de uma fava. Eis um caso melhor: um amigo enviou-me a perna de uma galinhola com um montinho de terra seca grudado pesando apenas 9 grãos [0,5 grama]; ele continha uma semente de junco-dos-sapos (*Juncus bufonius*) que germinou e floresceu. O sr. Swaysland, de Brighton, que durante os últimos quarenta anos prestou bastante atenção a nossas aves migratórias, informa que capturou alvéolas (*Motacillae*), chascos e cartaxos (*Saxicolae*) na primeira chegada dessas aves antes de pousarem, e por várias vezes notou um montinho de terra grudado em seus pés. Há muitos fatos mostrando como o solo está repleto de sementes. Por exemplo, o professor Newton enviou-me a perna de uma perdiz da Madeira (*Caccabis rufa*), que foi ferida e não podia voar, com uma bola de terra sólida grudada nela e pesando 6; 5 onças [170 gramas]. A terra ficou lá por três anos, mas quando quebrada, molhada e colocada sob uma redoma, nada menos do que 82 plantas brotaram dela consistindo de 12 monocotiledôneas, incluindo a aveia comum, pelo menos um tipo de grama e 70 dicotiledôneas, que consistiam, a julgar pelas folhas

jovens, de pelo menos três espécies distintas. Com tais fatos diante de nós, podemos duvidar que as muitas aves sopradas todo ano pelos ventos fortes por grandes espaços do oceano e que migram anualmente - por exemplo, os milhões de codornizes cruzando o Mediterrâneo - transportem algumas sementes enterradas na sujeira grudada em seus pés ou bicos? Mas retornarei a esse assunto.

Como os icebergs às vezes eram cheios de terra e pedras e carregavam até gravetos, ossos e o ninho de aves terrestres, não se duvida que por vezes, como sugeriu Lyell, transportaram sementes de uma parte à outra das regiões ártica e antártica, e, durante a era glacial, de uma parte das regiões atualmente temperadas à outra. Nos Açores, pelo grande número de plantas comuns à Europa, em comparação com as espécies de outras ilhas do Atlântico mais próximas do continente, e (como observou o sr. H. C. Watson) por seu caráter um tanto setentrional em comparação com a latitude, suspeitei que essa ilha foi abastecida em parte de sementes levadas pelo gelo durante a era glacial. A meu pedido, sir C. Lyell escreveu para perguntar a M. Hartung se ele observou blocos erráticos nessas ilhas e ele respondeu que encontrara grandes fragmentos de granito e outras rochas, que não ocorrem no arquipélago. Por isso podemos inferir que os icebergs colocaram seus fardos rochosos nas costas dessas ilhas no meio do oceano e é pelo menos possível eles terem levado para lá algumas sementes de plantas setentrionais.

Considerando que esses vários meios de transporte e outros meios, que ainda não foram descobertos, agiram ano após ano por dezenas de milhares de anos, seria um fato incrível se muitas plantas não fossem espalhadas assim. Esses meios de transporte às vezes são considerados acidentais, mas não é exatamente assim: as correntes marítimas não são acidentais, ou a direção dos ventos predominantes. Deve-se observar que nenhum meio de transporte carregaria as sementes por distâncias muito grandes: pois elas não conservam sua vitalidade quando expostas por muito tempo à ação da água do mar, assim como também não podem ser carregadas por muito tempo no bico ou intestino das aves. Esses meios, porém, bastariam para um transporte ocasional por trechos de mar com algumas centenas de quilômetros de largura, de uma ilha à outra, ou de um continente a uma ilha vizinha, mas não de um continente distante a outro. As floras dos continentes distantes não se misturariam, mas continuariam tão distintas quanto são agora. As correntes, por seu curso, jamais levariam sementes da América do Norte à Grã-Bretanha, embora pudessem levar, e levam, das Índias ocidentais às nossas costas ocidentais onde, se não estragarem por sua imersão muito longa na água

salgada, poderiam suportar nosso clima. Quase todo ano, uma ou duas aves terrestres são sopradas pelo vento sobre o Oceano Atlântico, da América do Norte às costas ocidentais da Irlanda e Inglaterra; mas as sementes podem ser transportadas por esses raros viajantes apenas se a terra grudar em seus pés ou bico, o que é por si só uma casualidade rara. Mesmo nesse caso, como seria pequena a chance de uma semente cair em solo favorável e amadurecer! Mas seria um grande erro dizer que como uma ilha bem provida, como a Grã-Bretanha, não recebeu, até onde sabemos (seria difícil provar isso), nos últimos séculos, por meios de transporte ocasionais, imigrantes da Europa ou de outro continente, uma ilha mal provida, por ser mais distante do continente, não receberia colônias pelos meios similares. Dentre as centenas de tipos de sementes ou animais transportados a uma ilha, mesmo se não for tão bem provida quanto a Grã-Bretanha, talvez não mais do que uma seria bem adaptada ao seu novo lar para se naturalizar. Mas esse não é um argumento válido contra o que seria feito pelos meios de transporte ocasionais, durante o longo intervalo de tempo geológico, enquanto a ilha soerguia-se e antes de ser completamente preenchida com habitantes. Em uma terra quase vazia, sem insetos ou aves vivendo lá, ou com pouquíssimos, quase toda semente que conseguisse chegar, se adaptada ao clima, germinaria e sobreviveria.

Dispersão Durante a Era Glacial

A identidade de plantas e animais, no topo das montanhas, separados uns dos outros por centenas de quilômetros de planícies onde espécies alpinas não existiriam é um dos mais interessantes casos conhecidos de uma mesma espécie vivendo em pontos distantes, sem a aparente possibilidade de migrar de um ponto a outro. É mesmo um fato interessante ver tantas plantas da mesma espécie vivendo nas regiões nevadas dos Alpes e dos Pireneus e nas extremidades setentrionais da Europa; mas é ainda mais interessante que as plantas das Montanhas Brancas nos Estados Unidos da América sejam iguais àsquelas de Labrador e quase iguais, como afirma Asa Gray, às das montanhas mais altas da Europa. Já no ano de 1747 esses fatos levaram Gmelin a concluir que as mesmas espécies foram criadas independentemente em muitos pontos distintos, e nós continuaríamos com essa mesma crença se Agassiz e outros não tivessem chamado nossa atenção para a era glacial, que, como logo veremos, dá uma explicação simples desses fatos. Temos evidências de quase todo tipo imaginável, orgânico e inorgânico, de que

em um período geológico recente a Europa central e a América do Norte passaram por um período ártico. As ruínas de uma casa incendiada não são melhores testemunhas de sua tragédia do que as montanhas da Escócia e do País de Gales, com seus flancos recortados, superfícies lisas e blocos elevados, são das geleiras que antes preenchiavam seus vales. O clima da Europa mudou tanto que na Itália setentrional morenas gigantes, deixadas pelas antigas geleiras, agora são revestidas de videiras e milho. Em grande parte dos Estados Unidos blocos erráticos e rochas trabalhadas revelam um antigo período frio.

A influência do clima glacial na distribuição dos habitantes da Europa, explicada por Edward Forbes, é essencialmente a seguinte. Mas seguiremos as mudanças com mais facilidade supondo uma nova era glacial chegando e transcorrendo, como ocorreu no passado. Quando veio o frio e enquanto cada zona mais meridional tornou-se adaptada aos habitantes do norte, eles tomaram o lugar dos antigos habitantes das regiões temperadas. Estes, ao mesmo tempo, viajaram cada vez mais para o sul, a menos que fossem impedidos por obstáculos e percessem. As montanhas cobriram-se de neve e gelo e seus antigos habitantes alpinos desceram às planícies. Quando o frio atingiu o máximo, havia fauna e flora cobrindo as partes centrais da Europa tão ao sul quanto os Alpes e os Pireneus, estendendo-se até a Espanha. As atuais regiões temperadas dos Estados Unidos também ficaram cobertas com quase a mesma vegetação e os mesmo animais da Europa; pois os habitantes circumpolares atuais, que supomos terem ido para o sul, são uniformes

Quando o calor voltou, as formas árticas retornaram para o norte, seguidas de perto pelas produções das regiões mais temperadas. A neve ao redor do mundo. da base das montanhas derreteu e as formas árticas invadiram o chão limpo e descongelado, sempre subindo, enquanto o calor aumentava e a neve desapareceria ainda mais, indo ainda mais para o alto, até que seus irmãos seguiram sua jornada setentrional. Por isso, quando o calor retornou, as mesmas espécies que viviam juntas nas planícies europeias e norte-americanas foram encontradas nas regiões árticas do Novo e do Velho Mundo e em muitos cumes de montanhas isolados e distantes um do outro.

Portanto, podemos entender a identidade de muitas plantas em pontos tão remotos quanto as montanhas dos Estados Unidos e da Europa. Compreende-se assim o fato de as plantas alpinas de cada cadeia montanhosa relacionarem-se principalmente com as formas árticas vivendo ao norte ou quase ao norte delas: pois a primeira migração quando

veio o frio e a outra no retorno do calor foram em geral na direção sul e norte. As plantas alpinas da Escócia, por exemplo, como o sr. H. C. Watson observou, e aquelas dos Pireneus, como Ramond observou, são aparentadas das plantas da Escandinávia setentrional; aquelas dos Estados Unidos a Labrador; a das montanhas da Sibéria às regiões árticas daquela região. Essas visões, fundamentadas na ocorrência averiguada de uma antiga era glacial, parecem explicar de forma satisfatória a atual distribuição das produções alpinas e árticas da Europa e da América que, quando em outras regiões encontramos as mesmas espécies em cumes de montanhas distantes, podemos quase concluir, sem outras evidências, que um clima mais frio permitiu sua migração pelas planícies, quentes demais agora para sua existência.

Enquanto as formas árticas moviam-se primeiro para o sul e depois de volta para o norte de acordo com o clima variável, elas não ficaram expostas durante suas longas migrações a uma grande diversidade de temperatura, e como todas migraram em grupo, suas relações mútuas não foram prejudicadas. Portanto, segundo os princípios apontados neste volume, essas formas não estiveram sujeitas a muita modificação. Mas com as produções alpinas, deixadas isoladas desde o momento do retorno do calor primeiro na base e por fim no cume das montanhas, o caso foi um pouco diferente; pois é improvável que todas as mesmas espécies árticas tenham ficado em cadeias montanhosas distantes e sobrevivido lá desde então; há também toda probabilidade de elas terem se misturado com as antigas espécies alpinas, que existiam nas montanhas antes do início da era glacial e, durante o período mais gelado, desceram temporariamente para as planícies; elas também foram expostas a influências climáticas um tanto diferentes. Suas relações mútuas foram prejudicadas; portanto, modificaram-se, pois se compararmos os animais e vegetais alpinos das várias grandes cadeias montanhosas europeias uns com os outros, embora muitas das espécies permaneçam as mesmas, algumas existem como variedades, outras como formas duvidosas ou subespécies e outras ainda como espécies distintas, mas aparentadas, uma representando a outra nas várias cadeias.

Na ilustração anterior, presumi que no início de nossa era glacial imaginária as produções eram tão uniformes ao redor das regiões polares quanto são no presente. Mas também é necessário supor que muitas formas subárticas e algumas temperadas eram as mesmas ao redor do mundo, pois algumas das espécies existentes agora na parte baixa dos declives das montanhas e nas planícies da América do Norte e da Europa são as mesmas; pode-se perguntar como explico esse grau de

uniformidade nas formas subárticas e temperadas ao redor do mundo no início da era glacial real. No presente, as produções subárticas e as temperadas setentrionais do Velho e do Novo Mundo são separadas pelo Oceano Atlântico e no norte do Pacífico. Durante a era glacial, quando os habitantes do Velho e do Novo Mundo viviam mais ao sul do que no presente, estavam ainda mais separados por espaços maiores de oceano; de modo que se pode questionar como uma mesma espécie poderia ter entrado nos dois continentes. Creio que a explicação está na natureza do clima antes do início da era glacial. Nesse período, o Plioceno recente, a maioria dos habitantes do mundo era a mesma que agora e temos um bom motivo para acreditar que o clima era mais quente do que no presente. Portanto, podemos supor que os organismos que vivem agora na latitude de 60° viviam durante o Plioceno mais ao norte no Círculo Polar, nas latitudes de 66°-67°, e que as atuais produções árticas viviam na terra recortada ainda mais próxima do polo. Ora, se analisarmos o globo terrestre, veremos que sob o Círculo Polar há uma terra quase contínua desde a Europa ocidental, passando pela Sibéria até a América oriental. Essa continuidade de terra circumpolar, com a conseqüente liberdade em um clima mais favorável para a migração, explicaria a suposta uniformidade das produções subárticas e temperadas dos dois mundos em um período anterior à era glacial.

Acreditando, pelas razões referidas antes, que nossos continentes permaneceram por muito tempo quase na mesma posição relativa, embora sujeitos a grandes oscilações de nível, disponho-me a estender tal visão e inferir que durante um período mais antigo e quente, como o Plioceno antigo, um grande número dos mesmos animais e plantas habitava a terra circumpolar quase contínua e essas plantas e animais, dos dois mundos, começaram a migrar lentamente para o sul quando o clima ficou menos quente, muito antes do início da era glacial. Vemos agora seus descendentes, a maioria modificada, no centro da Europa e dos Estados Unidos. Nessa visão podemos entender o relacionamento com muito pouca identidade entre as produções da América do Norte e da Europa como muito notável, considerando a distância das duas Áreas e sua separação pelo Oceano Atlântico. Podemos entender ainda o fato singular mencionado por vários observadores de que as produções da Europa e da América durante os últimos estágios terciários tinham relação mais próxima do têm agora; pois durante esses períodos mais quentes as partes setentrionais do Velho e do Novo Mundos eram quase unidas por terra, servindo como uma ponte, desde então considerada intransponível pelo frio, para a migração de seus habitantes.

Durante a lenta diminuição do calor do período Plioceno, assim que as espécies em comum, que habitavam os dois mundos, migraram para sul do Círculo Polar, foram completamente separadas. Essa separação, no que diz respeito às produções mais temperadas, aconteceu muitos anos atrás. Quando as plantas e os animais migraram para o sul, elas misturaram-se em uma grande região com as produções nativas americanas e competiram com elas; e em outra grande região, com aquelas do Velho Mundo. Consequentemente temos aqui tudo favorável para muita modificação - bem mais do que no caso das produções alpinas, deixadas isoladas em um período mais recente nas várias cadeias montanhosas e nas terras árticas da Europa e da América do Norte. Logo, quando comparamos as produções existentes atuais das regiões temperadas dos dois mundos, encontramos muito poucas espécies idênticas (embora Asa Gray demonstre que mais plantas são idênticas do que se supunha), mas vemos em toda grande classe muitas formas, que alguns naturalistas classificam como raças geográficas e outros, como espécies distintas; e inúmeras formas aparentadas ou representativas são classificadas por todos os naturalistas como distintas.

Assim como na terra, nas águas do mar uma lenta migração para o sul de uma fauna marinha, que durante o Plioceno e até um período anterior foi quase uniforme ao longo das costas contínuas do Círculo Polar, explicará, segundo a teoria da modificação, as várias espécies aparentadas existentes agora nas áreas marinhas completamente separadas. Portanto, podemos entender a presença de algumas formas terciárias aparentadas, ainda existentes ou extintas, na costa oriental e ocidental da América do Norte temperada, e o fato ainda mais impressionante (como descrito na obra admirável de Dana) de muitos crustáceos, alguns peixes e outros animais aparentados habitarem o Mediterrâneo e os mares do Japão, duas áreas completamente separadas pela largura de um continente inteiro e por grandes espaços de oceano.

Esses casos de parentesco próximo nas espécies que habitam ou habitaram os mares nas costas oriental e ocidental da América do Norte, do Mediterrâneo e do Japão e das terras temperadas da América do Norte e da Europa são inexplicáveis na teoria da criação. Não podemos afirmar que essas espécies foram criadas iguais, em correspondência com as condições físicas quase idênticas das áreas; pois se compararmos, por exemplo, certas partes da América do Sul com partes da África do Sul e da Austrália veremos regiões muito semelhantes em todas as condições físicas e com habitantes muito diversos.

Eras glaciais alternadas no norte e no sul

Devemos retornar ao nosso assunto mais urgente. Estou convencido de que a visão de Forbes pode ser ampliada. Na Europa encontramos a prova mais contundente da era glacial, desde a costa ocidental da Grã-Bretanha até os Urais e em direção ao sul para os Pireneus. Podemos inferir pelos mamíferos congelados e pela natureza da vegetação das montanhas que a Sibéria também foi afetada. No Líbano, segundo o dr. Hooker, a neve perpétua cobria o eixo central e alimentava geleiras que rolavam por 4 mil pés [1.219 metros] pelos vales. O mesmo observador descobriu recentemente grandes morenas na parte de baixo da cordilheira do Atlas na África Setentrional. Ao longo do Himalaia, em pontos a 900 milhas de distância [1.448 quilômetros], as geleiras deixaram as marcas de sua antiga queda, e em Sikkim, o dr. Hooker viu milho crescendo em morenas antigas e gigantescas. Ao sul do continente asiático, no lado oposto do equador, sabemos, pelas pesquisas excelentes dos drs. J. Haast e Hector, que na Nova Zelândia geleiras imensas caíram até um nível mais baixo e as mesmas plantas encontradas pelo dr. Hooker em montanhas bem separadas nessa ilha contam a mesma história de um antigo período frio. Por fatos comunicados a mim pelo rev. W. B. Clarke, parece também que há vestígios da antiga ação glacial nas montanhas no sudeste da Austrália. Olhando a América, na metade norte, fragmentos de rochas geladas foram observados no lado leste do continente, ao sul na latitude 36°-37° e nas costas do Pacífico, onde o clima agora é tão diferente, ao sul na latitude 46°. Blocos erráticos também foram vistos nas Montanhas Rochosas. Na Cordilheira da América do Sul, abaixo do equador, as geleiras estenderam-se bem abaixo do nível atual. No centro do Chile examinei um grande morro de detrito com grandes blocos cruzando o vale Portillo, que sem dúvida já formaram uma morena enorme, e o sr. D. Forbes disse-me que encontrou em várias partes da Cordilheira, da latitude 13° à 30° S, a uma altura de aproximadamente 12 mil pés [3.657 metros], rochas com sulcos profundos, lembrando aquelas que ele via na Noruega, e grandes massas de detritos, incluindo seixos com ranhuras. Ao longo desse espaço da Cordilheira não existem geleiras verdadeiras mesmo em alturas consideráveis. Mais ao sul, nos dois lados do continente, da latitude 41° à extremidade mais meridional, há provas da antiga ação glacial nos vários blocos imensos transportados longe de sua fonte original. Por estes vários fatos: a ação glacial estender-se por todos os hemisférios norte e sul, o período ser recente em um sentido geológico

nos dois hemisférios, por durar muito tempo como podemos concluir pela quantidade de trabalho feito e, por fim, pelas geleiras descenderem recentemente ao longo de toda cordilheira, pareceu-me certa vez que não poderíamos evitar a conclusão de que a temperatura do mundo diminuiu simultaneamente durante a era glacial. Mas agora o sr. Croll, em uma série de estudos admiráveis, tentou demonstrar que uma condição climática glacial é resultado de várias causas físicas causadas por um aumento na descentralização da órbita terrestre. Todas essas causas seguem para um mesmo fim; mas a mais poderosa parece ser a influência indireta da descentralização no movimento da órbita sobre as correntes oceânicas. Segundo o sr. Croll, períodos frios ocorrem a cada dez ou quinze anos e em longos intervalos são muito severos por causa de certas eventualidades, das quais a mais importante, como sir C. Lyell demonstrou, é a posição relativa da terra e da água. O sr. Croll acredita que a última era glacial ocorreu cerca de 240 mil anos atrás e durou, com pequenas alterações climáticas, por aproximadamente 160 mil anos. A respeito de eras glaciais mais antigas, vários geólogos convenceram-se por evidência direta que ocorreram durante as formações do Mioceno e Eoceno, sem mencionar outras ainda mais antigas. Mas o resultado mais importante para nós, atingido pelo sr. Croll, é que sempre que a temperatura no hemisfério norte esfria por uma era, a temperatura do sul aumenta, com os invernos mais suaves, principalmente por mudanças na direção das correntes oceânicas e vice-versa, o hemisfério norte esquenta enquanto o sul passa por uma era glacial, Essa conclusão esclarece tanto a distribuição geográfica que estou disposto a acreditar nela; mas primeiro apresentarei os fatos que precisam de uma explicação.

Na América do Sul, o dr. Hooker demonstrou que, além de muitas espécies aparentadas, entre 40 e 50 plantas que dão flor na Terra do Fogo formando uma parte considerável dessa escassa flora são comuns àquelas da América do Norte e da Europa, áreas remotíssimas por estarem em hemisférios opostos. Nas montanhas elevadas da América equatorial ocorrem várias espécies peculiares pertencentes a gêneros europeus. Na Serra dos Órgãos do Brasil, alguns gêneros europeus temperados, antárticos e andinos foram avistados por Gardner, e que não existem nas regiões baixas quentes. Na Silla de Caracas, o ilustre Humboldt há tempos encontrou espécies pertencentes a gêneros característicos da cordilheira.

Na África, várias formas características da Europa e umas poucas representativas da flora do Cabo da Boa Esperança ocorrem nas

montanhas da Abissínia. Encontram-se no Cabo pouquíssimas espécies europeias, não introduzidas pelo homem, e nas montanhas várias formas europeias representativas, que não foram descobertas nas partes intertropicais da África. O dr. Hooker também demonstrou que várias plantas que vivem nas partes de cima da ilha elevada de Fernando Pó e nas montanhas vizinhas de Camarões, no Golfo da Guiné, são aparentadas daquelas das montanhas da Abissínia e da Europa temperada. Parece que agora, como afirma o dr. Hooker, algumas dessas mesmas plantas temperadas foram descobertas pelo rev. R. T. Lowe nas montanhas das ilhas de Cabo Verde. Essa extensão das mesmas formas temperadas, quase abaixo do equador, por todo o continente africano e nas montanhas do arquipélago de Cabo Verde é um dos fatos mais impressionantes já registrados na distribuição da vegetação.

No Himalaia e nas cadeias montanhosas isoladas da península da Índia, nas alturas do Ceilão e nos cones vulcânicos de Java ocorrem muitas plantas, exatamente iguais ou representando uma à outra e ao mesmo tempo as plantas europeias, não encontradas nas planícies quentes. Uma lista dos gêneros de plantas coletados nos mais elevados picos de Java cria o retrato de uma coleção feita em uma colina da Europa! Ainda mais interessante é o fato de formas australianas peculiares serem representadas por certas plantas crescendo nos cumes das montanhas de Bornéu. Algumas dessas formas australianas, segundo o dr. Hooker, estendem-se ao longo das alturas da península de Malacca e espalham-se sobre a Índia, por um lado, e pelo outro chegam ao Japão.

Nas montanhas meridionais da Austrália, o dr. F. Müller descobriu várias espécies europeias; outras, não introduzidas pelo homem, ocorrem nas planícies e pode ser apresentada uma longa lista, segundo o dr. Hooker, de gêneros europeus encontrados na Austrália, mas não nas regiões tropicais intermediárias. No admirável *Introduction to the Flora of New Zealand* [Introdução à Flora da Nova Zelândia], do dr. Hooker, há fatos semelhantes e interessantes sobre as plantas daquela grande ilha. Por isso vemos que certas plantas crescem nas montanhas mais elevadas dos trópicos em todas as partes do mundo, e nos prados do norte e do sul são as mesmas espécies ou variedades delas. Deve-se observar, porém, que essas plantas não são exatamente formas árticas; pois, como notou o sr. H. C. Watson, ao recuarem das latitudes polares para as equatoriais, a flora alpina ou a montanhosa tornaram-se cada vez menos árticas. Além dessas formas idênticas e aparentadas, há muitas espécies habitando as mesmas áreas separadas, pertencentes a gêneros não encontrados agora nas planícies tropicais intermediárias.

Essas breves observações aplicam-se somente às plantas; mas há alguns fatos semelhantes em relação aos mamíferos terrestres. Nas produções marinhas, casos similares também ocorrem; posso citar, por exemplo, a seguinte declaração da maior autoridade, o professor Dana: "com certeza é um fato incrível que a Nova Zelândia teria crustáceos mais semelhantes aos da Grã-Bretanha, sua antípoda, do que aos de qualquer outra parte do mundo". Sir J. Richardson fala também sobre a reaparição na costa da Nova Zelândia, Tasmânia, etc. de formas setentrionais de peixes. O dr. Hooker informa que 25 espécies de algas são comuns à Nova Zelândia e à Europa, mas não foram encontradas nos mares tropicais intermediários.

Pelos fatos citados, ou seja, a presença de formas temperadas nas montanhas de um lado a outro da África equatorial e ao longo da Península da Índia até o Ceilão, o arquipélago malaio e, de uma forma menos pronunciada, de um lado a outro da grande extensão da América do Sul, parece quase certo que em alguma era antiga, sem dúvida durante a parte mais severa da era glacial, as planícies desses grandes continentes eram habitadas sob o equador por um número considerável de formas temperadas. Nesse período, o clima equatorial no nível do mar era provavelmente o mesmo que registramos agora na altura de 5 mil a 6 mil pés (1.524 a 1.828 metros) na mesma latitude ou talvez até um pouco mais frio. Durante essa era mais fria, as planícies sob o equador deviam ser cobertas com uma vegetação mista tropical e temperada, como aquela descrita por Hooker crescendo viçosa na altura de 4 mil a 5 mil pés (1.19 a 1.524 metros) nos baixos declives do Himalaia, mas com talvez uma predominância maior de formas temperadas. Logo, mais uma vez na ilha montanhosa de Fernando Pó, no Golfo da Guiné, o sr. Mann encontrou o início do aparecimento de formas europeias temperadas em uma altura de cerca de 5 mil pés (1.524 metros). Nas montanhas do Panamá, a uma altura de apenas 2 mil pés (609 metros), o dr. Seemann encontrou uma vegetação como a do México, com formas da zona tropical misturadas harmoniosamente com aquelas da temperada. Vejamos agora se a conclusão do sr. Croll - de que quando o hemisfério setentrional sofria com o frio extremo da grande era glacial, o hemisfério sul estava mais quente elucidada a distribuição atual aparentemente inexplicável dos vários organismos nas regiões temperadas dos dois hemisférios e nas montanhas dos trópicos. A era glacial, se for medida em anos, foi muito longa e, quando lembramos por quais grandes espaços alguns animais e plantas naturalizados se espalharam em alguns séculos, esse período foi amplo para qualquer quantidade de

migração. Quando o frio tornou-se ainda mais intenso, sabemos que as formas árticas invadiram as regiões temperadas e, pelos fatos apresentados, não há dúvida de que algumas formas temperadas mais vigorosas, dominantes e abrangentes invadiram as planícies equatoriais. Os habitantes dessas planícies quentes ao mesmo tempo migraram para as regiões tropical e subtropical do hemisfério sul, pois lá estava quente. No declínio da era glacial, enquanto os dois hemisférios recuperavam suas temperaturas anteriores, as formas temperadas do norte vivendo nas planícies abaixo do equador retornariam a seus antigos lares ou seriam destruídas e substituídas pelas formas equatoriais retornando do sul. Algumas das formas temperadas setentrionais, porém, ascenderam a uma terra elevada próxima onde, se fosse elevada o suficiente, sobreviveriam por muito tempo, como as formas árticas nas montanhas da Europa. Elas devem ter sobrevivido mesmo se o clima não fosse perfeitamente adaptado a elas, pois a mudança de temperatura foi muito lenta e as plantas possuíam certa capacidade para aclimação, como demonstrado pela transmissão aos descendentes de poderes constitutivos diferentes para resistir ao calor e ao frio.

No curso normal dos eventos o hemisfério sul passou, por sua vez, por uma era glacial severa, com o hemisfério norte mais quente, e as formas temperadas do sul invadiram as planícies equatoriais. As formas do norte que antes foram deixadas nas montanhas desceram então e se misturaram com as formas meridionais. Estas, quando o calor retornou, voltaram para seus antigos lares, deixando algumas espécies nas montanhas e carregando consigo para o sul algumas formas temperadas setentrionais que desceram de suas fortalezas montanhosas. Portanto, temos algumas espécies idênticas nas zonas temperadas setentrional e meridional e nas montanhas das regiões tropicais intermediárias. Mas as espécies deixadas durante muito tempo nessas montanhas ou em hemisférios opostos competiriam com muitas novas formas e seriam expostas a condições físicas diferentes, por isso estariam sujeitas à modificação e existiriam agora como variedades ou espécies representativas; e esse é o caso. Devemos lembrar também da ocorrência de eras glaciais nos dois hemisférios, pois elas explicam, segundo os mesmos princípios, as muitas espécies distintas habitando as mesmas áreas separadas e pertencentes a gêneros não encontrados agora nas zonas quentes intermediárias.

É um fato notável, salientado por Hooker em relação à América e por Alph. de Candolle em relação à Austrália, que muitas espécies idênticas ou um pouco modificadas migraram mais do norte ao sul do que na direção oposta. Vemos, porém, algumas formas meridionais nas

montanhas de Bornéu e Abissínia. Suspeito que essa migração predominante de norte ao sul deve-se à maior extensão de terra no norte e porque as formas setentrionais existiam em maior número em seus lares e, por consequência, avançaram por seleção natural e competição a um estágio superior de perfeição ou poder dominador sobre as formas meridionais. Portanto, quando os dois grupos se misturaram nas regiões equatoriais durante as alternâncias das eras glaciais, as formas setentrionais foram as mais poderosas e conseguiram manter seus lugares nas montanhas, e depois migraram para o sul com as formas meridionais; mas não tanto as formas do sul em relação às do norte. Da mesma maneira, no presente vemos que muitas produções europeias cobrem o solo em La Plata, na Nova Zelândia e em menor proporção na Austrália e derrotaram as nativas enquanto pouquíssimas formas meridionais naturalizaram-se em qualquer parte do hemisfério norte, embora pele, lã e outros objetos que podem carregar sementes tenham sido muito importados para a Europa durante os últimos dois ou três séculos de La Plata e durante os últimos quarenta ou cinquenta anos da Austrália. As montanhas Neigherrie na Índia, porém, são uma exceção parcial; pois aqui, segundo o dr. Hooker, as formas australianas disseminam-se e são naturalizadas. Antes da última grande era glacial, as montanhas inter-tropicais com certeza eram providas de formas alpinas endêmicas, mas estas cederam quase em todos os lugares às formas mais dominantes, geradas nas maiores áreas e oficinas mais eficientes do norte. Em muitas ilhas as produções nativas são quase equivalentes ou até excedem em número aquelas que se naturalizaram e esse é o primeiro estágio para sua extinção. As montanhas são ilhas na terra e seus habitantes cederam àquelas produzidas nas maiores áreas do norte, da mesma forma que os habitantes das ilhas reais cederam e ainda cedem às formas continentais naturalizadas pela ação humana.

Os mesmos princípios valem para a distribuição dos animais terrestres e de produções marinhas nas zonas temperadas do norte e do sul e nas montanhas intertropicais. Quando, durante o auge da era glacial, as correntes oceânicas eram bem diferentes do que são agora, alguns habitantes dos mares temperados atingiram o equador; destes, alguns talvez tenham conseguido migrar para o sul, mantendo-se nas correntes mais frias, enquanto outros permaneceram e sobreviveram nas profundezas mais frias até o hemisfério sul ser atingido por um clima glacial, permitindo seu progresso; quase da mesma maneira, segundo Forbes, espaços isolados habitados pelas produções árticas existem até hoje nas partes mais fundas dos mares temperados do norte.

Não suponho de forma alguma que todas as dificuldades em relação à distribuição e afinidades das espécies idênticas e aparentadas, vivendo agora bem separadas no norte e no sul e às vezes nas cadeias de montanhas intermediárias, sejam retiradas das visões apresentadas. As linhas de migração exatas não podem ser indicadas. Não dá para dizer por que certas espécies em vez de outras migraram, por que certas espécies modificaram-se e deram origem a novas formas, enquanto outras ficaram inalteradas. Não podemos explicar esses fatos até podermos dizer por que uma espécie e não outra se naturaliza pela ação do homem em uma terra estrangeira; por que uma espécie tem o dobro ou o triplo de abrangência e é duas ou três vezes mais comum do que outras espécies em seus próprios lares. Várias dificuldades especiais ainda precisam ser solucionadas; por exemplo, a ocorrência, como demonstrado pelo dr. Hooker, das mesmas plantas em pontos tão remotos quanto Kerguelen Land, Nova Zelândia e Fúgia; mas os icebergs, como sugerido por Lyell, tiveram a ver com sua dispersão. A existência nesses e em outros pontos distantes do hemisfério sul de espécies que, embora distintas, pertençam a gêneros restritos ao sul é um caso mais notável. Algumas dessas espécies são tão distintas que não podemos supor haver tempo desde o início da última era glacial para sua migração e posterior modificação ao grau necessário. Os fatos parecem indicar que espécies distintas pertencentes aos mesmos gêneros migraram em linhas irradiando de um centro comum, e estou disposto a procurar tanto no hemisfério sul como no norte por uma era anterior mais quente, antes do início da última era glacial, quando as terras antárticas agora cobertas de gelo tinham uma flora peculiar e isolada. Pode-se suspeitar de que, antes de essa flora ter sido exterminada durante a última era glacial, algumas formas dispersaram-se muito para vários pontos do hemisfério sul por meios de transporte ocasionais e com a ajuda de pontos de parada nas ilhas agora submersas. Por isso as costas meridionais da América, Austrália e Nova Zelândia ficaram levemente coloridas pelas mesmas formas de vida peculiares.

Sir C. Lyell especulou em uma passagem interessante, com uma linguagem quase idêntica à minha, sobre os efeitos das grandes alternâncias climáticas no mundo sobre a distribuição geográfica. Vimos agora que a conclusão do sr. Croll que as eras glaciais sucessivas em um hemisfério coincidem com períodos mais quentes no outro, junto com a admissão da lenta modificação das espécies, explica um monte de fatos na distribuição de formas de vida iguais e aparentadas em todas as partes do globo. As águas vitais fluíram durante um período do

norte e durante outro do sul e nos dois casos atingiram o equador: mas a corrente da vida fluiu com maior força do norte do que na direção oposta e, portanto, inundou livremente o sul. Quando a maré deixa seu curso em linhas horizontais, subindo mais nas costas onde são mais elevadas, as águas vitais deixaram seu depósito vivo no cume de nossas montanhas, em uma linha que vai suavemente das planícies árticas à grande altitude sob o equador. Os vários seres enclausurados dessa forma podem ser comparados com raças de homens selvagens, levados para fortalezas montanhosas de quase toda terra e sobrevivendo lá, o que serve como registro, muito interessante para nós, dos antigos habitantes das planícies adjacentes.