

ÉLISÉE RECLUS - FORÇAS
SUBTERRÂNEAS, VULCÕES E
TERREMOTOS

ÉLISÉE RECLUS - *UNDERGROUND
FORCES, VOLCANOES AND
EARTHQUAKES*

ÉLISÉE RECLUS - *LES FORCES
SOUTERRAINES, LES VOLCANS ET LES
TEMBLEMENS DE TERRE*

Traduzido por

Walter Luiz Junior
Universidade Estadual de Campinas
w199062@dac.unicamp.br

Tradução de texto publicado
originalmente na *Revue des Deux
Mondes*, 2^o période, tome 67, 1867 (p.
218-230).

Terra Livre	São Paulo	Ano 40, v.1, n.64, jan-jun 2025	ISSN: 2674-8355
-------------	-----------	---------------------------------	-----------------



Este trabalho está licenciado com <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

A presente escrita trata-se da tradução de uma resenha crítica escrita pelo geógrafo Élisée Reclus (1830-1905) referente ao livro *Vulcões e Terremotos* do autor Arnold Boscowitz (1866). O artigo de Reclus se intitula *Forças Subterrâneas* e foi publicado na revista *Revue des Deux Mondes* em 1867.

AS
FORÇAS SUBTERRÂNEAS

Vulcões e terremotos, pelo Sr. Arnold Boscowitz. Paris, Ducroq, 1866.

I.

Os últimos dois anos foram, pelo menos para a Europa, bastante ricos em eventos vulcânicos. O Etna, que estava em repouso há treze anos, abriu-se repentinamente numa extensão de vários quilómetros, erguendo colinas de 100 metros de altura nos seus flancos e despejando um rio de lava cuja capacidade seria igual à de um cubo de 800 metros de cada lado. Ao mesmo tempo, o Vesúvio, cujas erupções geralmente não coincidem com as do Etna, começou a soltar fumaça novamente e outra vez mudou o formato de sua cratera, que havia sido tantas vezes modificada. Poucos meses depois, a ilha de Santorini, no arquipélago grego, também despertou de um sono de noventa e oito anos: a ilhota de Nea Kameni, que se ergue no meio da grande enseada circular entre Santorini e Therasia, foi abalada por um terremoto, e logo um recife de lava enegrecida foi visto subindo do fundo do mar, inchando lentamente acima da água branqueada pelos ácidos e, finalmente, juntando-se como um promontório ao cone de Nea Kameni. Por fim, um leve tremor de terra foi sentido em grande parte da Europa Ocidental, não sem causar certo susto a um bom número de cidadãos tímidos, acostumados a contar com a solidez do terreno que os sustenta.

Esses eventos são, é verdade, de muita pouca importância relativa na história do planeta e dificilmente seriam dignos de menção depois de tantas catástrofes tremendas que ocorreram em várias partes do mundo, mesmo ao longo deste século. O que são essas erupções do Etna e Nea Kameni comparadas à explosão do vulcão de Timboro, que no ano de 1815 desapareceu completamente em cinzas e fumaça, e de suas nuvens de detritos, representando uma massa três vezes maior que a do Monte Branco, transformou o dia em uma noite terrível em uma área tão grande quanto a França? O que é o leve tremor que acaba de fazer as casas de Paris balançarem, perto do terremoto de Simoda, que teria derrubado milhares de edifícios, ou da catástrofe de Mendoza, que causou a morte de metade dos habitantes da cidade? Entretanto, os movimentos recentes dos nossos vulcões europeus e a leve ondulação que acabamos de vivenciar na França atingiram a imaginação de forma mais vívida do que grandes catástrofes distantes teriam feito, e a atenção pública foi atraída para esses fenômenos surpreendentes de vibrações terrestres. Assim, trabalhos científicos populares que tratam de vulcões e terremotos não podem deixar de ser bem recebidos, principalmente quando são escritos com consciência e talento, como o do Sr. Arnold Boscowitz.

Neste livro, publicado com grande luxo, o autor descreve as principais regiões vulcânicas da Terra e relata detalhadamente os eventos prodigiosos que ali ocorreram. Não podemos nos surpreender com essa ampla ênfase dada às histórias e imagens, porque, entre os grandes espetáculos da Terra, o Etna, os vulcões de Java, Mauna Roa, Orizaba, Cotopaxi e tantas outras poderosas montanhas de fogo certamente devem ser colocados em primeiro lugar por causa da harmonia e esplendor de suas formas, e suas erupções apresentam o

interesse mais impressionante por causa de todos os dramas humanos que estão relacionados a elas. Quanto à parte teórica do livro do Sr. Boscowitz, ela é bastante breve pela simples razão de que as causas desses grandiosos fenômenos vulcânicos infelizmente ainda são desconhecidas. No entanto, várias hipóteses foram propostas por geólogos e físicos e, embora mantendo cuidadosamente a dúvida científica em uma questão que ainda não foi esclarecida pela observação direta, gostaríamos de conhecer em detalhes as várias teorias e as objeções que elas levantam. O Sr. Boscowitz limitou-se, o que já é um grande serviço, a resumir para os leitores franceses as importantes obras de Fuchs, Kluge e Otto Volger, que até então permaneceram quase desconhecidas além do Reno.

Antigamente, a existência de um fogo central ou "piriflegetonte" era admitida como quase incontestável; esse era o termo usado pelos estudiosos germânicos. Segundo essa hipótese, um mar de lava ardente ferveria sob uma crosta fina cuja espessura era estimada em 35 ou no máximo 50 quilômetros. Comparado ao diâmetro da Terra, que é duzentas e cinquenta vezes maior, esse envoltório seria, portanto, apenas uma fina película, uma simples lâmina colocada sobre uma esfera líquida, e é isso que deveria conter o imenso oceano de fogo, tendo, como o oceano superficial, suas correntes, suas marés e talvez suas tempestades. As revoluções geológicas do globo não seriam nada mais que o reflexo das ondulações subterrâneas deste inferno oculto, as montanhas seriam as rugas rígidas deste oceano de fogo, e os grandes gigantes colocados à beira dos mares, o Etna, o pico do Teyde, Mauna-Roa, testemunhariam com suas erupções de tempestades que ribombavam sob a camada sólida. De fato, nessa hipótese, a menor pressão da crosta externa das rochas, a menor perturbação do equilíbrio na imensidão do mar fundido, devem

necessariamente resultar na agitação ou mesmo na ruptura do fino envoltório: daí os terremotos e a formação de aberturas vulcânicas. Essa teoria muito simples tomou conta da mente das pessoas, não apenas porque nos permite explicar certos fatos da história da Terra, mas talvez ainda mais porque dá continuidade aos mitos da fábula grega e das lendas hebraicas. Apesar dele mesmo, sem o seu conhecimento, o pesquisador que se orgulha do rigor científico não consegue escapar das ideias que lhe foram ensinadas na infância e, naturalmente, gosta de encontrar nessas profundezas do piriflegeton os reinos obscuros de Plutão e os círculos infernais de Dante.

O achatamento da Terra em ambos os polos e a protuberância equatorial foram apresentados como testemunhos irrefutáveis do estado de incandescência líquida em que o globo deve ter ficado. De fato, qualquer esfera líquida girando em torno de seu eixo necessariamente assumirá esta forma, devido à velocidade desigual dos diferentes pontos de sua massa; mas podemos nos perguntar se um globo, mesmo sólido, não se projetaria também em direção ao equador enquanto gira sem descanso por uma série indefinida de séculos, porque não há material que seja absolutamente inflexível e, sob as fortes pressões de nossos laboratórios, infinitamente inferiores em duração às pressões das forças planetárias, todos os corpos sólidos, como ferro e aço, fluem como líquidos. Além disso, as observações e os cálculos dos astrônomos e geômetras levaram-nos a crer que o achatamento da Terra nos dois polos sofre certas variações e que, conseqüentemente, outras leis além das dos movimentos de rotação e revolução contribuem para modificar a forma do planeta. Provavelmente menos no polo Norte do que no polo Sul, a irregularidade da esfera parece estar sujeita a mudanças periódicas

ao longo dos tempos, e é ainda mais complicada por diversas outras irregularidades, turgidezas ou depressões, que as oscilações do pêndulo e as medições dos arcos terrestres revelam à ciência. Um dos mais sérios temas de estudo oferecidos pela geografia física é justamente essa instabilidade do solo que, em vários pontos da superfície do globo, sobe ou desce com prodigiosa lentidão. Se a causa certa desses inchaços e depressões ainda é desconhecida para nós, pelo menos não há nada que sugira que eles sejam devidos à força centrífuga desenvolvida pela rotação da Terra.

Deve-se lembrar também que na hipótese aceita pelos que acreditam no fogo central, nosso planeta deve ser considerado uma massa líquida, já que o envoltório externo é uma película relativamente fina. Nessas condições, seria difícil compreender que o grande oceano de lava não fosse agitado, como o oceano de água, pelo movimento alternado das marés, e não levantasse duas vezes por dia a jangada que flutua em sua superfície. Também não seria mais compreensível se a Terra não estivesse muito mais deprimida em direção aos polos do que está atualmente e não se transformasse em um verdadeiro disco; ora, o achatamento polar não é ainda mais considerável do que as simples desigualdades superficiais incluídas, na zona equatorial, entre os picos do Himalaia e os abismos do Oceano Índico. Acrescentemos que, numa obra recente [1], o Sr. Emmanuel Liais atribui este ligeiro achatamento dos dois polos à obra de erosão que as águas e os gelos polares, irresistivelmente atraídos para o equador, continuam a realizar ano após ano, século após século, carregando-se com enormes quantidades de detritos arrancados da superfície do solo.

O principal argumento daqueles que consideram a existência do fogo central como um fato comprovado, é que nas camadas externas da

terra exploradas pelos mineradores o calor continua aumentando com a profundidade das cavidades. Ao descer até o fundo de um poço de mina, invariavelmente se passa por zonas de temperatura cada vez mais elevada: apenas a taxa de progressão varia de acordo com as diferentes partes da terra e as rochas nas quais as galerias são escavadas. De acordo com o químico Bischoff, que fez do estudo dessas questões o trabalho de sua vida, o calor aumenta mais rapidamente em xistos do que em granito, mais em veios de metal do que em xistos, mais em veios de cobre do que em minérios de estanho e mais em camadas de carvão do que em depósitos de metal. Em quase toda parte a progressão é menos rápida: a média do intervalo que, neste grande termômetro das camadas terrestres, corresponde a um grau de calor, é de 25 a 30 metros.

Entretanto, a terra ainda não foi cavada a uma profundidade muito grande. As escavações mais notáveis, a de Kuttenberg, na Boêmia, e uma das minas de Guanajuato, no México, mal atingiram um quilômetro, ou seja, seis ou sete milésimos do raio da Terra, e em nenhum lugar o mineiro teve que suportar calor natural do solo superior a 45 graus: seria, portanto, mais do que imprudente querer julgar o estado de todo o interior do globo pela temperatura das camadas superficiais e sustentar que o calor, aumentado segundo uma proporção constante, da superfície do solo até o centro da Terra, sobe ali até a temperatura de 200.000 graus, ou seja, muito além de tudo o que a imaginação do homem pode conceber. Seria igualmente correto concluir que, a partir do resfriamento gradual das camadas superiores do ar, que a redução da temperatura continua até o meio dos espaços celestes e que a 1.000 quilômetros da Terra o frio é de 5.000 graus. A parte superficial do globo, que é constantemente atravessada por correntes magnéticas que fluem de polo a polo e na

qual se desenvolvem todos esses fenômenos da vida planetária que modificam incessantemente o relevo e a forma dos continentes, deve encontrar-se, sem dúvida, para o desenvolvimento do calor, em condições particulares. A espessura do envoltório da Terra é, portanto, nada menos que comprovada pelo aumento gradual da temperatura em poços de minas e nascentes.

Já Cordier, impressionado com todas as objeções que se apresentaram à sua mente a respeito da espessura da película da Terra, admitiu que esse envelope não poderia ser estável a menos que tivesse de 120 a 280 quilômetros de espessura. Recentemente, o Sr. W. Hopkins, submetendo a altos cálculos matemáticos os elementos fornecidos pelos fenômenos de precessão e nutação terrestres, chegou a um resultado ainda mais contrário à hipótese em voga: ele descobriu que, com ou sem fogo central, o planeta seria animado por movimentos periódicos completamente diferentes, se a parte sólida da crosta não tivesse de 1.300 a 1.600 quilômetros, ou seja, de um quarto a um quinto do raio terrestre. O Sr. Thomson estabelece por outros cálculos que, se a Terra tivesse apenas a solidez do ferro e do aço, as marés e a precessão dos equinócios não teriam a importância que têm atualmente. O Sr. Emmanuel Liais, retomando toda essa pesquisa, afirma que, em virtude dos fenômenos astronômicos, a solidez do planeta é irrefutável. É, portanto, lícito crer, sem ainda pronunciar-se de maneira absoluta, que não existe fogo central, mas sim que existem apenas lagos de matéria incandescente, espalhados em várias partes do planeta, a uma curta distância da superfície, e separados uns dos outros por pilares de rocha sólida. Esta é a hipótese que parece ao Sr. Hopkins, assim como a Sartorius de Waltershausen, o historiador do Etna, concordar melhor com os fenômenos vulcânicos.

Embora admitindo a existência desses lagos ou mediterrâneos de lava, é difícil imaginar como esses materiais borbulhantes podem subir das profundezas, amolecer, fraturar a crosta sólida e finalmente escapar, seja em domos viscosos ou em longas correntes fluidas. Sabemos de fato, que a água desempenha um papel muito importante nas erupções vulcânicas, porque as enormes volutas de nuvens que escapam quase constantemente das crateras ativas são compostas, pelo menos 999 milésimos, de vapor de água, e são estas que, ao subirem das profundezas do abismo, levantam redemoinhos de cinzas e blocos de escória. Além disso, as análises químicas do MM. Sainte-Claire Deville e Fouqué provaram que todos os sais e gases liberados pelas erupções são idênticos aos que seriam formados pela decomposição da água do mar. Temos, portanto, o direito de admitir, pelo menos para os vulcões que se erguem à beira-mar, que a água do oceano transformada em vapor atua de maneira direta nos fenômenos de ascensão e expulsão da lava. Entretanto, embora esse fato possa agora ser considerado um fato científico, as formas secretas pelas quais a água salgada penetra em abismos subterrâneos para se transformar em vapor e depois subir pelas aberturas dos vulcões ainda são desconhecidas.

Admitamos de fato o aumento constante e regular da temperatura das águas submersas nos abismos subterrâneos que comunicam com o mar: a 3.000 metros de profundidade, elas terão um calor de 100 graus, mas não se transformarão em vapor; a enorme pressão que eles têm que sofrer os mantém em estado líquido. Segundo alguns cálculos, que se baseiam em vários dados hipotéticos, é no máximo 15 quilômetros abaixo da superfície do solo que a força de expansão da água teria energia suficiente para equilibrar o peso das massas líquidas mais elevadas e vaporizar-se repentinamente; mas por que

esse vapor deveria vagar sob os alicerces da Terra e elevá-los até os cones vulcânicos, quando, pelo efeito natural de sua vitória sobre a pressão das colunas de água que o superam, ele deveria simplesmente saltar de volta para o fundo do mar de onde desceu? Esta é uma questão que parece muito difícil de responder no estado atual da ciência, e um dos principais méritos dos geólogos consiste em reconhecer modestamente sua ignorância a esse respeito. As descobertas da física e da química, que nos revelaram a atividade incessante do vapor de água nas erupções vulcânicas, sem dúvida nos explicarão um dia como essa atividade se exerce nas rochas subterrâneas; mas atualmente os fenômenos que ocorrem no interior do nosso planeta são apenas mais conhecidos por nós do que a história dos vulcões lunares. Entretanto, agora pode-se considerar estabelecido que os cones dos vulcões não são formados por uma espécie de expansão do solo, como pensavam Humboldt e Leopold von Buch. Um dos principais argumentos em que se baseava sua hipótese era a aparição de Jovello subindo repentinamente a uma altura de 500 metros; mas esse nascimento repentino do vulcão mexicano é apenas uma lenda indígena, e essa lenda não é apoiada pelas observações geológicas feitas por vários naturalistas desde a viagem de Humboldt. Os testemunhos recolhidos na obra do Sr. Boscowitz não deixam dúvidas a este respeito.

II.

Se o olhar da ciência ainda não consegue discernir como a pressão dos vapores aprisionados fratura o solo para expelir a lava e as cinzas, não se pode explicar melhor como essa mesma pressão abala o solo em terremotos. Graças aos instrumentos que os observadores inventaram e aperfeiçoaram, é hoje possível medir a amplitude e a

velocidade das ondulações concêntricas produzidas por cada choque: em certas circunstâncias, é mesmo possível fixar aproximadamente a profundidade do ponto inicial do choque; mas quanto à causa do fenômeno, ela permanece em grande parte desconhecida. Também não se sabe se todas as fortes vibrações do solo são, na realidade, como a maioria dos geólogos admitiu até agora, factos de origem vulcânica; perguntamo-nos, sem sempre conseguirmos responder a esta questão, se são apenas tentativas abortadas de explosão de materiais incandescentes, ou se provêm de causas completamente diferentes daquelas que levantam os cones dos vulcões e perfuram as crateras. Esta última opinião encontrou defensores apaixonados entre vários estudiosos. Entre os geólogos que negam a ligação entre terremotos e fenômenos vulcânicos e que, assim, rompem ousadamente com as hipóteses colocadas sob o grande patrocínio dos nomes de Humboldt, Leopold von Buch e Elie de Beaumont, destaca-se acima de todos o Sr. Otto Volger. Os leitores de suas obras não podem deixar de ficar impressionados com os argumentos baseados em fatos que o autor apresenta contra teorias que antes eram quase universalmente aceitas.

Entretanto, há uma série de terremotos cuja origem vulcânica pode ser estabelecida diretamente, independentemente de qualquer teoria. Assim, quando as encostas de uma montanha fumegante como o Etna ou o Kilauea se rompem repentinamente para permitir a passagem de um rio de lava, e ao mesmo tempo o solo é fortemente agitado, é óbvio que o terremoto é causado pela fratura do vulcão: esse fenômeno de tremor inteiramente local é perfeitamente análogo aos que ocorrem durante a explosão de uma mina ou de um paiol de pólvora. Quando a fissura é de extensão considerável e as paredes rompidas do vulcão são muito espessas, o choque é violento e

reverbera em longas oscilações nas regiões vizinhas. Quando, ao contrário, as rochas do vulcão, lentamente afinadas e derretidas pela lava ascendente, cedem facilmente à pressão que as faz explodir, a explosão dificilmente é sentida, exceto nas imediações da fissura: assim, durante a última grande erupção do Etna, os tremores do solo que coincidiram com a formação da fenda foram geralmente muito leves, e os mais fortes, ainda perceptíveis na cidade de Aci-Reale, não ultrapassaram a própria região do Etna. A história também oferece vários exemplos de erupções vulcânicas durante as quais o solo não foi abalado de forma perceptível: em maio de 1855, o Vesúvio expeliu uma quantidade considerável de lava sem que o menor vestígio de terremoto fosse observado nem no observatório de vulcões nem em Nápoles.

Quando tremores fazem vibrar o solo de uma região vulcânica sem a menor coincidência desses fenômenos serem observados com a erupção de um cone de cinzas ou a emissão de um fluxo de lava, não há, obviamente, nenhuma razão científica para afirmar com certeza que esses tremores têm origem no núcleo oculto da matéria incandescente e que são causados por vapores que tentam romper a crosta terrestre. Ainda mais, uma afirmação semelhante seria contrária a todas as regras de observação científica quando se trata de terremotos que ocorrem longe de qualquer vulcão. É verdade que, por outra hipótese, essas montanhas em chamas são comparadas a imensas válvulas de segurança, e afirma-se que as oscilações do solo devem ser sentidas precisamente sob as partes do envelope planetário onde não há orifício de comunicação com a lava; mas como é então que as ondulações do terreno não se reproduzem de maneira constante longe dessas gigantescas fontes termais situadas à beira dos mares, e por que as frequentes erupções do Vesúvio e do Etna

não impedem os terremotos da Calábria, dando vazão aos vapores e à lava aprisionados?

Aqueles que veem os vulcões como uma válvula de escape para as regiões vizinhas apresentam em apoio à sua teoria alguns fatos que se tornaram lendas, mas cuja realidade está longe de ser certa, como Otto Volger demonstrou abundantemente. Assim, durante o terremoto de Lisboa, o Vesúvio, que vomitava uma quantidade considerável de vapores, teria subitamente "sugado" a nuvem que rejeitava, e o fluxo de lava que saía de seus flancos teria secado repentinamente; mas essas afirmações incisivas baseiam-se apenas em uma frase muito menos precisa no relato de Kant sobre a catástrofe de Lisboa. Além disso, o filósofo de Königsberg, jovem na época e nunca tendo saído de sua cidade natal, incluiu em sua descrição muitas fábulas que ninguém sequer sonharia em discutir hoje. Humboldt, muito mais autoridade em tais assuntos do que Kant, nos conta que, depois de vomitar uma alta coluna de fumaça durante três meses, o vulcão de Pasto deixou de expelir vapores no exato momento em que, a uma distância de 400 quilômetros, o terremoto de Riohamba e a erupção de lama de Moya causaram a morte de 30 a 40.000 indígenas. Contudo, o grande nome de Humboldt não deve nos fazer esquecer que as comunicações são raras e difíceis nos planaltos andinos, e que as populações semibárbaras espalhadas por esse espaço de 400 quilômetros não oferecem garantias suficientes do ponto de vista da observação científica. O mesmo pode ser dito dos *llaneros* de Apure, na Venezuela, e não há evidências de que eles tenham realmente ouvido um terrível trovão subterrâneo no exato momento em que o vulcão de Saint-Vincent entrou em erupção a 1.175 quilômetros de distância em linha reta. Por fim, essa afirmação segundo a qual o Stromboli descansou de sua

atividade incessante durante o terremoto da Calábria de 1783 é baseada apenas em informações muito vagas. De acordo com os folhetos da época, todas as Ilhas Eólias não teriam afundado no mar, deixando apenas alguns recifes para marcar o lugar onde elas ficavam outrora? Como podemos ver, os fatos que servem de base para a teoria mais comumente adotada sobre tremores de solo não têm a autenticidade necessária e não podem isentar os geólogos de observações diretas.

Uma das primeiras questões geográficas a serem resolvidas que consiste em saber é se as regiões da superfície terrestre onde os terremotos ocorrem com maior frequência se distinguem das demais por alguma característica especial na forma de seu relevo ou na natureza de suas rochas. Na Europa, as regiões vulcânicas como os arredores do Vesúvio e do Etna, as ilhas do arquipélago e a Islândia não são as únicas que sofrem fortes abalos, e mesmo neste aspecto não podem ser comparadas com as montanhas dos Abruzos e da Calábria, os maciços calcários da Carniola e da Ístria, os Alpes do Valais e de outras partes da Suíça e da França, certos planaltos da Espanha e as colinas na foz do Tejo. Na África, o solo da Argélia, rico em fontes salinas e termais, mas desprovido de crateras vulcânicas, às vezes é muito agitado. Na Ásia, a Península de Gutzerat e a Planície de Runn, onde ocorreram terremotos muito violentos, ficam a milhares de quilômetros de qualquer vulcão, enquanto as Filipinas e o Japão são regiões ao mesmo tempo vulcânicas e frequentemente agitadas. A cidade de Mendoza, nas planícies argentinas, não fica longe dos campos de lava do Chile; Da mesma forma, as Índias equatoriais, frequentemente perturbadas por violentas oscilações do solo, são palco de grande atividade vulcânica, e vários de seus cumes são domos de traquito ou crateras de que vomitam ainda cinzas,

lamas ou fumaça. Entretanto, de acordo com o testemunho do Sr. Boussingault, os tremores mais energéticos da Colômbia, aqueles que destruíram as cidades de Latacunga, Riohamba, Honda, Mérida e Barquesimeto, não apresentaram absolutamente nenhuma coincidência com fenômenos vulcânicos, e seu centro de tremor estava localizado a uma distância considerável dos picos fumegantes. O planalto de Caracas, famoso pela catástrofe de 1812, está localizado a mais de 1.000 quilômetros a leste dos vulcões Huila e Tolima, em Granada, e fica apenas um pouco menos distante das crateras das Antilhas, das quais é separado por largos braços de mar. Por fim, uma das regiões da América do Norte onde as oscilações são mais frequentes e fortes é a planície aluvial do Mississipi, longe de qualquer região vulcânica e mesmo de qualquer grande cadeia de montanhas. Assim, embora a história dos terremotos seja conhecida apenas há alguns séculos e para uma pequena parte da superfície do globo, é certo que fortes oscilações do solo são sentidas nas mais diversas regiões, não tendo semelhança externa entre si em suas formações e em seu aspecto. Parece bem estabelecido que os tremores são mais frequentes em países montanhosos do que em países de planícies. Entretanto, se os terremotos fossem produzidos pelos esforços do planeta para se livrar de gases ou materiais fundidos do interior, seria nas planícies continentais, longe de vulcões e terras altas, que o solo deveria tremer com mais frequência, porque não há aberturas naturais para liberar o excesso de lava, e é lá que, de acordo com a teoria comum, as camadas terrestres deveriam ser mais finas.

Há dois mil anos, Lucrécio expôs em linguagem magnífica a teoria hoje adotada cientificamente pelo Sr. Otto Volger e outros geólogos: “Aprenda agora a causa dos terremotos e convença-se, acima de tudo,

de que o interior do globo é, como a superfície, repleto de ventos, cavernas, lagos, precipícios, pedras, rochedos e um grande número de rios internos cujas ondas impetuosas carregam e rolam rochas submersas; porque a razão dita que a Terra deve ser em todos os lugares semelhante a si mesma. Os tremores da superfície do globo são causados pelo colapso interno de algumas cavernas enormes que o tempo acaba demolindo, pois são montanhas inteiras que caem e cujo choque violento e repentino deve se espalhar por toda parte em revoluções terríveis: é assim que uma carruagem, cujo peso não é considerável, faz todos os edifícios vizinhos tremerem em sua passagem, e os corcéis de fogo, rolando as rodas com braços de ferro, sacodem todos os lugares ao redor. Também pode acontecer que uma enorme massa de terra caia da decomposição em um grande subterrâneo lago e o globo oscila com uma série de ondulações; da mesma forma, na superfície da Terra, um vaso cheio de uma onda agitada não pode recuperar seu equilíbrio até que a água que ele contém tenha atingido seu nível”.

Em muitos casos, essa teoria de Lucrécio é certamente a verdadeira, pois, frequentemente é possível flagrar, por assim dizer, a queda de rochas que dão origem às oscilações do solo e aos trovões subterrâneos. Assim, os grandes deslizamentos dos Diablerets, do Rossberg e outras montanhas dos Alpes causaram verdadeiros terremotos cujas ondas foram sentidas a uma distância considerável do local da catástrofe. Até mesmo o colapso de moreias, a queda de seracs e as avalanches de neve sacodem fortemente a terra em vastas áreas, tanto que nas montanhas de Allemont, em Dauphiné, os habitantes consideram todas as vibrações do solo como tremores secundários de colapsos distantes de neve ou gelo. Entretanto, esses fenômenos são apenas eventos sem importância quando comparados

ao assentamento de rochas. Na Carniola e na Ístria, onde os terremotos são frequentes, as inúmeras cavernas do país estão bloqueadas aqui e ali por rochas desmoronadas que correspondem a poços escavados em forma de funil na superfície do solo. Esses afundamentos de fundações, que o homem às vezes testemunha em países escavados por cavernas naturais, como Carniola, ou também em regiões de mineração perfuradas por galerias subterrâneas, podem, dependendo da massa das rochas desabadas, causar grandes tremores sentidos ao mesmo tempo em vastas áreas do país. De fato, certas camadas rochosas deixam intervalos muito consideráveis entre si, como é fácil ver pelas amplas aberturas das cavernas nas montanhas, e repousam em parte sobre substâncias que são mais ou menos fáceis de dissolver e diluir pela água de infiltração. Onde os vazios são tão grandes que as rochas sobrejacentes, às vezes com centenas ou mesmo milhares de metros de altura, não conseguem mais se sustentar por sua própria coesão, toda a massa deve, mais cedo ou mais tarde, desabar sobre as camadas inferiores e, quando as rochas desabadas têm dimensões consideráveis, as ondulações do terremoto continuam por distâncias muito grandes ao redor do local onde ocorreu a catástrofe.

A principal causa do tremor do solo em países montanhosos é provavelmente a ação das nascentes. Ao longo dos séculos, estratos inteiros, levados pela água que os dissolve, acabam desaparecendo e, sob uma forma mais ou menos quimicamente modificada, são arrancados das profundezas para serem distribuídos na superfície do solo. Segundo Ramsay e Lyell, as águas termais de Bath, que estão longe de ser notáveis pela proporção de matéria mineral que contêm, anualmente retiram da terra uma quantidade de sulfatos de cal e soda, cloreto de sódio e magnésio, cuja massa cúbica não seria menor

que 423 metros. Também foi calculado que apenas uma das nascentes de Louèche, a nascente do Saint-Laurent, transporta milhões de quilos de gesso por ano, ou cerca de 1.620 metros cúbicos: isso é suficiente para baixar uma camada de gesso de um quilômetro quadrado em mais de 16 decímetros em um século; mas esta é apenas uma fonte e apenas um século. Se pensarmos nas milhares de fontes minerais que brotam do solo e na imensidão dos tempos em que a água fluiu, podemos ter uma ideia da importância das transformações causadas pelo jorro dos lençóis freáticos. A longo prazo, eles rebaixam toda a massa das montanhas e, como resultado desses assentamentos, oscilações violentas da Terra devem necessariamente ocorrer.

Um fato muito importante parece dar razão aos geólogos que veem na maioria dos terremotos fenômenos quase externos causados por chuvas, infiltrações de água e nascentes; este fato, observado pela primeira vez em 1834 pelo Professor Merlan para cento e dezoito tremores sentidos em Basileia e áreas vizinhas, é que os tremores de solo são muito mais frequentes no inverno do que no verão. O resultado da pesquisa de Merlan, inicialmente duvidado, é agora estabelecido de forma indubitável pela pesquisa de MM. Alexis Perrey e Otto Volger. Entretanto, à medida que o catálogo de vibrações se torna mais considerável, a diferença entre o máximo do inverno e o mínimo do verão desaparece gradualmente, pela simples razão de que nos dois hemisférios opostos as estações se sucedem em intervalos de seis meses, e que os vários fenômenos relacionados às estações são, portanto, equilibrados em cada lado do equador. É nas diversas regiões climáticas, consideradas isoladamente, que devemos estudar a ordem em que os terremotos ocorrem durante o ano. A frequência relativa desses fenômenos durante o inverno fica muito

mais fácil de observar. Assim, 656 choques, listados na França pelo Sr. Alexis Perrey até o ano de 1845, foram distribuídos respectivamente na proporção de 3 para 2 para o semestre que começa em novembro e para o que começa em maio. Na Itália, segundo o mesmo autor, a diferença foi bem menos perceptível, já que dos 984 terremotos, 453 ocorreram no semestre de verão, de abril a setembro, e 531 no semestre de inverno, de outubro a março; mesmo neste país onde a maioria dos grandes movimentos subterrâneos estão obviamente relacionados à ação vulcânica, esses fenômenos são visivelmente mais frequentes durante a parte fria do ano. Na região dos Alpes, onde não há vulcões, a diferença entre os tremores de inverno e os de verão é muito maior; comparando os quatro meses de maio, junho, julho e agosto com os de dezembro, janeiro, fevereiro e março, vemos que os tremores são três vezes mais numerosos na segunda estação do que na primeira. Por fim, se estudarmos apenas um único centro de terremoto, as diferenças observadas entre as estações na frequência de choques subterrâneos às vezes são ainda maiores. Assim, podemos citar, com o Sr. Otto Volger, a notável região do médio Valais, onde, de um total de 98 terremotos conhecidos, apenas um ocorreu no verão, enquanto 72 foram sentidos no inverno.

Não só as comoções subterrâneas são mais frequentes no inverno do que no verão, pelo menos nas regiões da Europa central, mas também foi observado o fato notável de que os tremores são sentidos com mais frequência à noite do que durante o dia, e isso em todas as estações do ano. Na Suíça, dos 502 terremotos cuja data e hora são conhecidas, apenas 182 ocorreram entre as seis da manhã e as seis da tarde; 320, ou seja, quase o dobro, foram relatados durante as doze horas da noite: é para cada período diário uma série de alternativas

perfeitamente semelhantes às do período anual. Além disso, não há motivo para surpresa, pois de maneira muito geral cada dia pode ser considerado, por suas chuvas, suas tempestades e todos os seus fenômenos meteorológicos, como um resumo de todo o ano. O meio-dia é, em certo sentido, verão e meia-noite inverno de cada revolução diurna. Não podemos inferir corretamente dessa oscilação regular dos tremores subterrâneos com as horas e estações do ano que esses fenômenos grandiosos dependem, pelo menos em certas regiões, de fenômenos externos e não das flutuações de um mar de lava? Não estão elas conectadas, como diz o Sr. Volger, ao conjunto das leis que regulam o retorno da luz e da escuridão, do calor e do frio, da chuva e da neve, da seca e da água corrente?

Mas isso não é tudo: diz-se que durante a maioria dos grandes furacões das Antilhas a própria terra é fortemente abalada, como se o vento, que torce as árvores, derruba as casas e levanta as ondas em grandes torrentes, também tivesse poder sobre os alicerces da terra e pudesse abalá-los até os alicerces. Compreende-se que, sob a influência do terror, os habitantes, que temem a cada novo esforço da tempestade serem arrastados junto com suas casas pela rajada uivante, possam facilmente imaginar que o solo participa do imenso choque. Tais alucinações não seriam estranhas quando a cada nova irrupção da tempestade se espera perecer. No entanto, os testemunhos relativos a esta coincidência de furacões e terremotos são tão numerosos, positivos e detalhados que seria difícil não acreditar neles. Ainda recentemente, durante o furacão de 6 de setembro de 1865, que devastou Les Saintes, Marie-Galante e Guadalupe, um tremor repentino, ocorrido no momento mais terrível do meteoro, sacudiu as ilhas e derrubou várias casas. De onde surgiu essa coincidência do terremoto e do ciclone? A tempestade elétrica se

espalhou para as profundezas ou as chuvas torrenciais causaram colapsos subterrâneos? Essas são perguntas que não podem ser respondidas.

De qualquer forma, podemos doravante admitir que há pelo menos duas classes de terremotos, alguns provenientes da pressão ou erupção de vapores e lavas, outros causados pelo colapso de rochas, mas produzindo as mesmas impressões no homem e propagando-se da mesma forma por vastas áreas. Talvez devêssemos também acrescentar a essas duas ordens de choques aqueles que têm sua origem nas relações do planeta com outros corpos no espaço. Assim, segundo Wolf, existiria uma relação constante entre os terremotos e as manchas solares. Por fim, a pesquisa continuada com tanta perseverança pelo Sr. Alexis Perrey prova de maneira incontestável que as sucessivas fases da lua exercem grande influência sobre os movimentos do solo. Assim como o oceano, a Terra tem suas marés. A frequência dos tremores de solo aumenta, assim como a altura do fluxo, em direção ao momento das sizígias; aumenta quando a estrela se aproxima do nosso planeta e diminui quando se afasta; em uma palavra, é quando o mar oscila com mais força que a própria terra treme com mais frequência. Como diz o Sr. Arnold Boscowitz ao final de sua obra, “a Terra, essa mãe comum cuja força e energia acabamos de contemplar, não está isolada em sua atividade; se ela é fecunda, se ela vive, se ela age poderosamente, é porque ela se encontra engajada em uma troca incessante de forças e influências com os astros que habitam o espaço etéreo como ela”.

ÉLISÉE RECLUS

[1] Espaços Celestiais e Natureza Tropical.

Recebido para publicação em 12/04/2025

Aceito para publicação em 15/09/2025