

218

A TERRA

Revista de Sismologia e Geofísica

Director: Raúl de Miranda

Assistente de Geografia Física e Física do Globo na Universidade de Coimbra



10
1
8

4

Coimbra

1932

Maio

A TERRA

REVISTA DE SISMOLOGIA E GEOFISICA

Director e Editor: **Raúl de Miranda**

Assistente de Geografia Física e Física do Globo na Universidade de Coimbra

Redactor principal e Administrador:

JOÃO MARTINS GODINHO

Licenciado em Ciências Historico-Naturais
pela mesma Universidade

Secretário da Redacção:

ANTONIO DUARTE GUIMARÃES

Assistente da Faculdade de Ciências da
Universidade de Coimbra

Redactor efectivo: **JOÃO ELIDIO MEXIA DE BRITO**

Licenciado em Ciências fisico-químicas pela Universidade de Coimbra

Redacção e Administração:
Praça da República, 35 — COIMBRA (Portugal)

Redactor-representante em Lisboa

Adriano Gonçalves da Cunha

Assistente da Faculdade de Ciências da Univer-
sidade de Lisboa e Investigador
do Instituto Rocha Cabral

Redactor-representante no Porto

Oscar Saturnino

Engenheiro, Observador-Chefe do Observatorio
da Serra do Pilar

Sumário

Sondagens Aerologicas em Portugal; A Teoria dos Campos e a Previsão do Tempo; Les progrès dans la séismologie théorique et appliquée; Los Temblores de Tierra.—Su Prediccion; O sismo de Benavente e a tentativa de organização do serviço sismologico em Portugal; Vulcanismo dos Açores; Bibliografia; Homens e Factos; Vária — A investigação Científica em Portugal. No passado, no presente e no futuro. Addenda et corrigenda; Fenómenos Cíclicos; Vulgarização—o fenomeno sismico.

Publica-se nos meses de Outubro, Janeiro, Março, Maio e Julho de cada ano

Assinatura anual 16\$00

PROPRIEDADE DO DIRECTOR

10
1
8

A TERRA

REVISTA DE SISMOLOGIA E GEOFÍSICA

Director e Editor: RAÚL DE MIRANDA

Redacção e Administração: Praça da República, 35 — COIMBRA (Portugal)

Sondagens Aerologicas em Portugal

por ÁLVARO DE FREITAS MORNA

Capitão-tenente Director do Serviço
Meteorologico da Marinha

O vasto campo de conhecimentos da Meteorologia Dinamica, abrangendo o estudo dos movimentos da atmosfera sob a acção das forças que os regem—gravidade e pressão atmosferica—, compreende, como importante ramo da sua applicação, a Aerologia.

Tanto na parte propriamente descritiva da Meteorologia, no que diz respeito aos elementos de observação dos fenomenos atmosfericos e sua reunião sinoptica, como na sintese dos estudos baseados nessas observações, que conduz às modernas teorias que explicam aqueles fenomenos e ensinam a prevê-los—torna-se necessário conhecer os elementos de observação não apenas à superficie da terra, mas tambem em altitude, nas elevadas camadas da atmosfera.

Os progressos alcançados por estas duas ciencias—Meteorologia e Aerologia—tornam-se verdadeiramente notaveis nos últimos anos, durante a Grande Guerra e depois dela. Na sua maior parte, derivaram das próprias necessidades e exigencias militares da guerra e, mais recentemente, do vertiginoso desenvolvimento que tem adquirido a aviação. Durante este curto periodo, a Meteorologia e a Aerologia, partes integrantes da mesma ciência—a Aerodinâmica—, caminham em paralelo, conjugando-se as notaveis descobertas, alcançadas pela analise dos fenomenos e pelo aperfeiçoamento dos meios de observação, para um mais completo conhecimento do tempo e da sua previsão.

O campo de pesquisas aerológicas não se limita porém a esta importante função, subsidiaria da Meteorologia, na exploração da Alta Atmosfera.

A Aerologia—ciência que estuda o movimento do ar e as suas propriedades nas diferentes camadas da atmosfera—envolve, na applicação e utilização pratica das suas leis e descobertas, importantes principios, que se ligam à aviação e aos problemas do tiro em Artelharia.

O movimento do avião, como o do projectil na atmosfera, depende das propriedades fisicas do ar—pressão, temperatura, densidade, estado higrometrico—e dos fenomenos derivados da variação destes elementos, entre os quais sobressaem a direcção e força do vento nas diferentes camadas da atmosfera.

A acção do ar, sôbre o avião e sôbre o projectil, exerce-se, sobretudo, pela resistencia que lhes opõe ao movimento.

O valor da resistencia, que depende do quadrado da velocidade e da forma e dimensões do projectil ou do avião, varia ainda com o estado fisico da atmosfera—com os valores da pressão, temperatura e estado higrometrico do ar.

A acuidade e aperfeiçoamento dos meios de observação dèstes quatro elementos — vento, pressão, temperatura e humidade—, nos diferentes niveis da atmosfera até às grandes altitudes alcançadas nos últimos anos, estão intimamente ligados ao desenvolvimento da Meteorologia no campo dinâmico, que é o que hoje quasi totalmente absorve esta ciência na aplicação dos modernos metodos de previsão do tempo e sua utilização, quer para objectivos militares, quer de protecção à navegação aerea e maritima, fins agricolas, de turismo, etc.

Na evolução histórica dos processos de observação e dos instrumentos de medida dos elementos meteorológicos nas altas camadas da atmosfera que hoje interessam e servem por forma primordial à segurança da navegação aérea, é interessante constatar, como assinala Rothé no seu «Cours de Physique», que foi o avião o primitivo processo pelo qual o homem procurou desvendar os segredos do Oceano Aéreo que circunda a terra e que a invenção do balão não teve de inicio outra directriz que não fôsse levar o Meteorologista ao contacto e apreciação dos fenomenos que se passam nas grandes altitudes.

Os primeiros que sobem na atmosfera às grandes altitudes têm por objectivo fins puramente scientificos—determinações de valores dos elementos meteorológicos em altitude, possivelmente as leis da sua variação, nessa fase primitiva ou embrionaria da Meteorologia.

Mais tarde, em 1892, faz-se em França o lançamento do primeiro balão-sonda, com instrumento de registo da temperatura e pressão—o *meteorografo*.

O primitivo meteorografo, pela sua pequenez e reduzida escala, não permitia então aproximação superior a 1° ou 2° para a temperatura e 2 m/m a 3 m/m para a pressão.

Os metodos de sondagem aperfeiçoam-se rapidamente. Em 1906, Teisserenc de Bort, o sábio aerologista francês, obtém, no lançamento dum balão-sonda em Trappes, a altitude de 28.750 metros. Em 1912, noutro lançamento em Pavia, atinge 37.700 metros.

Inicia em 1895, em Trappes, no Observatorio que hoje tem o seu nome, um serviço regular de lançamentos de balões-sondas, que mantém até à sua morte em 1919, e que o Serviço Meteorologico Francês continua a sustentar com a mesma regularidade. E' ainda Teisserenc de Bort quem inicia em França o lançamento de papagaios para sondagens da alta atmosfera, e quem estende aos navios, constituídos em estações móveis, o lançamento de balões-sondas em viagem.

Concomitantemente ao emprego dos balões-sondas, generalizam-se os metodos de observação do vento nos diferentes niveis da atmosfera pelo lançamento de balões-pilotos, observados com um só teodolito, ou dois teodolitos em estações afastadas.

Posteriormente, o desenvolvimento da navegação aérea veio per-

mitir o emprego do avião munido de meteorografo como processo mais pratico e rapido de sondagens aerológicas até altitudes de 4.000 e 6.000 metros.

Finalmente, os progressos da telemeteorografia, derivados de novas conquistas no campo da Radiotelegrafia com o emprêgo das ondas curtas, conduzem-nos à maravilhosa concepção do *rádio-sonda*—pelo qual são emitidos do espaço, dos diferentes niveis da atmosfera que o balão vai atravessando até às altas camadas da stratosfera, os valores da da pressão e temperatura, por sinais radiotelegráficos obtidos por variação da frequência ou da modulação das ondas emitidas pelo aparelho, convenientemente amplificados, detectados e registados em receptores especiais.

Hoje, as sondagens aerológicas realizam-se por quatro meios distintos—*Balões-pilotos*, para determinação da direcção e velocidade do vento em altitude, com o concurso do teodolito; *Avião*, para determinação da pressão, temperatura e humidade, com o emprego de *meteorografo*; *Rádio-sonda*, para transmissão radiotelegrafica dos valores da pressão e temperatura nos diferentes niveis da atmosfera; *Balões-sondas*, para determinação, com meteorografos, da pressão, temperatura e humidade até às altas camadas da *stratosfera*—onde se têm atingido últimamente altitudes próximas de 40 quilómetros.

As observações dos três primeiros metodos aproveitam-se para o traçado das cartas meteorológicas diárias—e, para êsse fim, são elas feitas às horas internacionalmente adoptadas, figurando nos comunicados meteorológicos emitidos pela Telegrafia Sem Fios pelos diferentes países.

As últimas, cuja utilização só pode efectivar-se dentro de periodos mais ou menos longos, de alguns dias, os necessários para a recolha dos meteorografos, que por vezes caem a grande distância dos observatorios, servem para estudos retrospectivos e especulativos de situações meteorológicas passadas.

A exploração da alta atmosfera constitui hoje um dos mais importantes ramos de actividade dos Serviços Meteorológicos e Institutos Científicos.

As observações, por qualquer das operações apontadas, são porém bastante dispendiosas. Exigem material caro e pessoal adestrado.

Entre nós, os trabalhos de sondagens têm felizmente aumentado nos últimos anos, posto que se encontrem ainda muito longe do desenvolvimento que seria de desejar, tanto para dignificação do concurso internacional de Portugal, como para o necessário estudo das perturbações que atingem a Península, estudo que está inteiramente por fazer no nosso país.

As nossas sondagens compreendem actualmente lançamentos diários de balões-pilotos às horas internacionais das observações: pelo Serviço Meteorológico do Exército nos Postos Aerológicos de Lisboa (Escola Militar), Alverca, Sintra, Tancos e Vendas Novas, cujo numero deve em breve aumentar com a montagem de mais 10 estações militares em projecto: pelo Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, no seu Observatório; pelo Serviço Meteorológico dos Açores, nos Observatórios de Angra do Heroísmo e Horta; pelo Serviço Meteorológico

dos Açores, nos Observatórios de Angra do Heroísmo e Horta; e pelo Serviço Meteorológico da Marinha, em Cabo Verde.

O Serviço Meteorológico do Exército executa ainda, com certa regularidade, sondagens por avião no Aerodromo de Alverca. E o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra tem feito alguns lançamentos de balões-sondas.

O Serviço Meteorológico da Marinha não poderá deixar de montar, em futuro próximo, uma estação de balões-pilotos no Funchal e de iniciar em Lisboa as sondagens aerológicas com balões-sondas, adoptando o pequeno meteorografo Jaumotte, que tão bons resultados tem dado, pela sua precisão e economia, em lançamentos intensivos, a curtos intervalos de meia hora ou menores ainda, à passagem das perturbações mais típicas que veem atingir a Península, atacando sobretudo a frente fria. E' emprêsa que se impõe, analogamente ao que se pratica em França e na Bélgica, como importante subsidio para o estudo da Meteorologia da Península, convindo que estas sondagens sejam sinopticamente conjugadas com lançamentos a executar por outros institutos científicos do nosso país e da Espanha.

O Serviço da Marinha iniciar, pela Aviação Marítima, o serviço regular de ascensões aerológicas por avião, cooperando com as ascensões do Serviço Meteorológico do Exército para uma mais perfeita continuidade das observações de altitude, é tarefa que igualmente se impõe, se quisermos acompanhar o intensivo desenvolvimento que neste ramo da ciência se pratica por todo o mundo.

A Teoria dos Campos e a Previsão do Tempo

por DR. ANTONIO GIÃO
Meteorologista e Engenheiro Geofísico

II—Funções Físicas e Funções Matemáticas

1. Na física, o *instante* e o *ponto* são essencialmente diferentes do instante e do ponto matemáticos. Estes dois seres geométricos sem dimensões são puramente abstractos, mas tem uma realidade matemática absoluta; o contrário sucede com a noção de ponto e de instante físicos que depende da *escala* que o observador escolhe arbitrariamente—ou é obrigado a escolher—para estudar os fenómenos.

Outrotanto é preciso notar no que diz respeito à definição das funções da física. Dizemos que uma grandeza qualquer tem um *campo* sempre que tem uma distribuição no tempo e no espaço; mas é-nos impossível atingir, pela observação, valores realmente pontuaes e instantaneos sob o ponto de vista matemático.

Segundo o principio de *acção de contacto* que se aplica, como se sabe, a toda a física, a variação de uma grandeza num ponto, durante um pequeno intervalo de tempo, depende apenas do campo numa pequena região do espaço em volta do ponto.

Quando, por exemplo, se observa uma grandeza num determinado lugar, o instrumento de medida é influenciado pelo campo nas proximidades do ponto de observação. Vê-se portanto que os resultados das medidas, isto é, os valores das funções físicas, devem ser considerados como valores médios, no tempo ou no espaço, de funções matemáticas de base arbitrariamente escolhida para representar, a uma certa escala, um conjunto de observações.

No que segue designaremos os valores médios (funções físicas) por um traço sobre a letra que designa a função matemática correspondente; um intervalo de tempo será designado por τ , um comprimento por ρ , uma superfície por s e um volume por v . A uma função matemática P corresponde pois a função física P_{τ} assim como as funções físicas P_{ρ} , P_s ou P_v segundo se trata de fenómenos a uma, duas ou três dimensões de espaço.

Estes valores médios devem ser identificados aos resultados das observações tanto que, à escala escolhida, τ possa ser assimilado a um instante físico e ρ ou s ou v (segundo os casos) a um ponto físico.

Consideremos, por exemplo, um fenómeno a três dimensões de espaço e uma esfera de raio ρ e de volume v com centro no ponto ma-

temático x, y, z . A uma certa escala, esta esfera deve ser assimilada a um ponto e temos:

$$\bar{P}_v = \frac{1}{v} \int \int \int P dx dy dz.$$

Da mesma forma que nos colocamos no espaço no ponto matemático x, y, z , coloquemo-nos no tempo no instante matemático t (instante inicial). Para obter \bar{P}_v consideramos todas as direcções, todos os raios ρ , que partem do ponto x, y, z ; para ter a função física P_e devemos pois considerar instantes anteriores e instantes posteriores a t_0 . Isto é:

$$\bar{P}_\tau = \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} \int_{t_0 - \tau_1}^{t_0 + \tau_2} P dt.$$

Em virtude de razões importantes que serão expostas mais adiante o intervalo τ_2 (no futuro) não é forçosamente igual ao intervalo τ_1 (no passado).

III— A invariância em relação à escala

2. Reflectindo sôbre a noção de função física, somos levados naturalmente a examinar a questão seguinte.

Os valores pontuais e instantaneos de uma função matemática são evidentemente identicos: nós atribuímos, com efeito, um valor no instante t_0 ao ponto x, y, z . Ora, as funções matemáticas são os limites para os quais tendem as funções físicas quando a escala tende para zero; nós dizemos tambem: funções físicas e funções matemáticas confundem-se quando a escala é zero. Nestas condições, é natural procurar saber se o que se verifica para uma escala zero, se verifica tambem para qualquer outro valor da escala; ou por outras palavras, se existe sempre uma dependência entre a escala de tempo e a escala de espaço, tal que as médias no tempo e no espaço sejam identicas, isto é, tal que para uma grandeza dada haja apenas uma função física, como só há uma função matemática.

Se observarmos que uma dada escala pode sempre ser tomada como escala zero relativamente a uma outra *infinitamente maior*, é facil ver que a dependência em questão existe de facto.

Com efeito, quando se observam os fenómenos a uma certa escala, pode-se confundir a escala matemática zero com uma escala infinitamente pequena em relação àquela que se adopta. Visto serem médias de valores médios, as funções são então duplamente físicas. É na realidade o que se passa sempre que se obteem valores médios, isto é funções físicas a uma certa escala, por meio de observações infinitamente mais pontuais e instantâneas. De resto, não nos podemos nunca aproximar indefinidamente da escala matemática zero, pois que a maior parte das grandezas físicas são de natureza estatística e só conservam, por

consequência, um sentido preciso acima de uma determinada escala suficientemente grande.

Sob o ponto de vista físico, a noção de escala é pois inteiramente relativa; uma *propriedade física* que se verifica para uma certa escala, verificar-se-há também para qualquer outro valôr da escala. Isto é: há uma invariância das propriedades físicas em relação à escala.

Ora, nós vimos que para a escala zero só há uma função física para uma grandeza dada. Aplicando a condição de invariância a esta propriedade, deduz-se imediatamente o resultado seguinte: *Entre a escala de tempo e a escala de espaço existe uma relação tal que a uma grandeza dada só corresponde uma função física.*

Esta proposição, que será para nós o *princípio geral dos campos*, permite pois escrever as três relações:

$$(1) \quad \begin{cases} \bar{P}\tau = \bar{P}\rho, \\ \bar{P}\tau = \bar{P}s, \\ \bar{P}\tau = \bar{P}v; \end{cases}$$

que são as *equações dos fenómenos* a uma, duas ou três dimensões do espaço.

IV—A lei da evolução

3. Designando por *e* o espaço (a uma, duas ou três dimensões, segundo o caso) a condição de invariância em relação à escala permite escrever:

$$(2) \quad \bar{P}\tau = \bar{P}e.$$

Para tornar precisa a correspondência entre a escala de espaço e a escala de tempo, na lei da evolução, é necessário seguir o raciocínio seguinte.

Como o tempo deve ser considerado como uma dimensão dos fenómenos, um intervalo de tempo deve evidentemente ser comparado a um comprimento. Escolhamos uma escala tal que um intervalo matemático τ seja um instante físico. Nesta escala um comprimento ρ , ou um círculo de raio ρ , ou uma esfera de raio ρ , devem ser considerados como pontos; ρ e τ são pois os elementos de comprimento e de tempo que verificam a igualdade fundamental

$$\bar{P}\tau = \bar{P}\rho.$$

Para toda e qualquer escala podemos evidentemente escrever

$$(3) \quad \rho = k\tau,$$

tendo *k* as dimensões de uma velocidade. Esta velocidade tem visivelmente uma natureza puramente física: *não pode pois depender da escala.*

Quando muito poderia ser ligada a outras funções físicas de que depende o *estado* do meio; mas veremos mais tarde que não há razão para encarar esta possibilidade. *Deve, pois, considerar-se a velocidade k como uma constante característica da função física \bar{P} de que se trata.*

4. A lei geral da evolução pode pôr-se sob a forma diferencial

$$(4) \quad \frac{\partial \bar{P}}{\partial \tau} = k \frac{\partial \bar{P}}{\partial \rho},$$

sendo, é claro, ρ ligado a τ pela relação (3), o que faz que a equação precedente seja, na realidade, uma simples identidade.

Do mesmo modo, temos as identidades seguintes entre operadores aplicados a uma função física:

$$(5) \quad \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \tau} &\equiv k \frac{\partial}{\partial \rho}, \\ \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} &\equiv k^2 \frac{\partial^2}{\partial \rho^2}, \\ &\vdots \\ \frac{\partial^n}{\partial \tau^n} &\equiv k^n \frac{\partial^n}{\partial \rho^n} \end{aligned}$$

5. E' quasi inutil insistir sobre o facto que a igualdade fundamental

$$\bar{P}_z = \bar{P}_e$$

representa, sob o ponto de vista desta teoria, *o integral geral da evolução dum campo contínuo*. Mas esta integração não é uma integração sob o ponto de vista habitual da física matemática, nem sob o ponto de vista prático, pois o que importa sobretudo é encontrar, a *uma escala invariável*, os valores de uma função física que varia no tempo e no espaço; é preciso, por outras palavras, passar do integral $\bar{P}_z = \bar{P}_e$ à solução do *problema da previsão*.

Suponhamos que queremos prever os valores da função matemática P : é o ponto de vista da física matemática clássica que se confunde, de resto, com o ponto de vista prático. A identidade de definição do valor médio no tempo

$$\tau \bar{P}_z = \int_{t_0 - \tau_1}^{t_0 + \tau_2} P dt,$$

dá, derivando os dois membros em relação a τ :

$$\bar{P}_z + \tau \frac{\partial \bar{P}_z}{\partial \tau} = P(t_0 + \tau) \frac{\partial \tau_2}{\partial \tau} + P(t_0 - \tau_1) \frac{\partial \tau_1}{\partial \tau};$$

donde

$$P(t_0 + \tau_2) = \frac{d\tau}{d\tau_2} \left(\bar{P}_\tau + \tau \frac{\partial \bar{P}_\tau}{\partial \tau} \right) - \frac{d\tau_1}{d\tau_2} P(t_0 - \tau_1).$$

Tendo em conta as igualdades (2) e (4), a equação de previsão toma a forma:

$$(6) \quad P(t_0 + \tau^2) = \frac{d\tau}{d\tau_2} \left[\bar{P}_e(\rho) + \rho \frac{\partial \bar{P}_e}{\partial \rho} \right] - \frac{d\tau_1}{d\tau_2} P(t_0 - \tau_1).$$

Conhecendo, no instante inicial t_0 , os valores da função no passado, é possível fazer-se a previsão.

Notemos, no entanto, que é necessário conhecer as funções $\tau_1(\tau)$ e $\tau_2(\tau)$. Ora, veremos mais tarde que temos sempre

$$(7) \quad \tau_2 = \alpha \tau_1,$$

sendo α uma nova constante característica da função de que se trata. Esta constante pode tomar todos os valores compreendidos entre 1 e $+\infty$. Nestas condições, temos:

$$(8) \quad \tau_2 = \frac{\alpha}{1+\alpha} \tau, \quad \tau_1 = \frac{1}{1+\alpha} \tau.$$

Estas funções permitem dar à equação de previsão a sua forma definitiva:

$$(9) \quad P\left(t_0 + \frac{\alpha}{1+\alpha} \tau\right) = \frac{1+\alpha}{\alpha} \left[\bar{P}_e(\rho) + \rho \frac{\partial \bar{P}_e}{\partial \rho} \right] - \frac{1}{\alpha} P\left(t_0 + \frac{1}{1+\alpha} \tau\right).$$

Verificar-se-hia facilmente que esta equação satisfaz às condições iniciais; dá efectivamente para $\tau = 0$:

$$P(t) = P(t_0),$$

e

$$\left(\frac{\partial P}{\partial t} \right) (t) = \left(\frac{\partial P}{\partial t} \right) (t_0).$$

V—O principio da invariância em relação à escala e as equações da física matemática.

6. As equações da física matemática são equações às derivadas parciais traduzindo certas relações pontuais entre as variações no tempo e no espaço de uma grandeza P .

Se λ e k designam constantes, estas equações pertencem todas aos três tipos seguintes bem conhecidos:

$$(10) \left\{ \begin{array}{l} a) \quad \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - k \Delta \right) P = 0, \\ b) \quad \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \lambda \frac{\partial}{\partial t} - k \Delta \right) P = 0, \\ c) \quad \left(\frac{\partial}{\partial t} - k^2 \Delta \right) P = 0. \end{array} \right.$$

sendo Δ o operador da Laplace.

Se o princípio de invariância, em relação à escala não é incompatível com a física matemática clássica, devemos poder encontrar simplesmente os três tipos fundamentais de equações.

Como estas equações traduzem propriedades pontuais e instantâneas, para tentar encontrá-las com o auxílio da teoria dos campos é preciso obter propriedades limites, isto é, fazer tender para zero as escalas de tempo e de espaço.

Consideremos uma função P e desenvolvamo-la em série de Taylor em relação ao tempo e em relação ao espaço. Temos:

$$P = P_0 + \sum_1^{\infty} \left(\frac{\partial^n P}{\partial t^n} \right) \frac{t^n}{n!}$$

para o tempo. Designemos por \vec{r} o raio vector dum ponto x, y, z e por ∇ o operador de Hamilton. Teremos então o desenvolvimento no espaço:

$$P = P_0 + \sum_1^{\infty} \frac{1}{n!} (\vec{r} \nabla)_o^n P.$$

Os valores médios são pois:

$$\bar{P}_z = P_0 + \sum_1^{\infty} \left(\frac{\partial^n P}{\partial t^n} \right) \frac{z^n}{(n+1)!} \frac{z^{n+1} \dots (-1)^{n+1}}{(1+z)^{n+1}},$$

$$\bar{P}_v = P_0 + \frac{3}{4\pi} \sum_1^{\infty} \frac{z^n}{(n+3)n!} \left[I_{n+1} \left(L_n \frac{\partial^n P}{\partial k^n} + M_n \frac{\partial^n P}{\partial y^n} \right) + 2\pi J_n \frac{\partial^n P}{\partial z^n} \right],$$

onde puzemos para abreviar:

$$I_n = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \sin \theta \cos \theta d\theta, \quad J_n = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^n \theta d\theta, \quad L_n = \int_0^{2\pi} \cos^n \varphi d\varphi$$

$$M_n = \int_0^{2\pi} \sin \varphi d\varphi, \quad (\theta = \text{latitude}, \varphi = \text{longitude}).$$

Formemos agora as derivadas primeiras destas funções físicas. Obtem-se:

$$\frac{\partial \bar{P}_z}{\partial \tau} = \tau \sum_1^{\infty} \left(\frac{\partial^n P}{\partial t^n} \right)_0 \frac{n \tau^{n-2}}{(n+1)!} \frac{z^{n+1} - (-1)^{n+1}}{(1+z)^{n+1}},$$

$$\frac{\partial \bar{P}_v}{\partial \varphi} = \varphi \frac{3}{4 \pi} \sum_1^{\infty} \frac{n \varphi^{n-2}}{(n+3)n!} \left[I_{n+1} \left(L_n \frac{\partial^n P}{\partial x^n} + M_n \frac{\partial^n P}{\partial y^n} \right) + 2 \pi I_n \frac{\partial^n P}{\partial z^n} \right]$$

A equação de evolução (4) toma pois a forma:

$$\sum_1^{\infty} \left[\frac{\partial^n P}{\partial t^n} \frac{n \tau^{n-2}}{(n+1)!} \frac{z^{n+1} - (-1)^{n+1}}{(1+z)^{n+1}} - \frac{3 k^2}{4 \pi} \frac{n \varphi^{n-2}}{(n+3)n!} \left[I_{n+1} \left(L_n \frac{\partial^n P}{\partial x^n} + M_n \frac{\partial^n P}{\partial y^2} \right) + 2 \pi J_n \frac{\partial^n P}{\partial z^n} \right] \right] = 0.$$

Para achar qual a equação pontual (às derivadas parciais) que corresponde a este último desenvolvimento, fazamos tender φ e τ para zero. Consideremos primeiro o caso em que z é um numero qualquer compreendido entre 0 e $+\infty$, excepto a unidade. Vem então

$$\lim_{z \rightarrow 0} \frac{\partial^n P}{\partial t^n} = 0$$

para qualquer valor de n pois que a derivada primeira deve ser nula em cada instante quando τ tende para zero.

Quando temos $z=0$ ou $\tau=+\infty$, subsiste o mesmo resultado, porque a função

$$\frac{z^{n+1} - (-1)^{n+1}}{(1+z)^{n+1}}$$

tende para a unidade quando z tende para o infinito.

Consideremos enfim o caso particular em que $z=1$. A expressão (11) dá então no limite, designando por z uma constante positiva:

$$(12) \quad \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = a k^2 \Delta P,$$

equação que é do tipo a) acima indicado. Podemos pois resumir o que precede dizendo:

Uma grandeza ideal que conservasse um sentido físico preciso para qualquer valor da escala, obedeceria à equação das ondas quando $\alpha=1$ e não terá evolução para qualquer outro valor desta constante.

Interpretaremos fisicamente este resultado quando tivermos encontrado a natureza da constante a .

(Continúa no próximo número)

Les progrès dans la séismologie théorique et appliquée

par le DOCTEUR EDMOND ROTHÉ

Directeur du Bureau Central International de Séismologie et de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. Membre de l'Institut de Coimbra et Officier de St. Jacques et de l'Épée.

La prochaine conférence de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale se tiendra en octobre 1933 à Lisbonne: nulle ville n'eût été mieux désignée. On connaît la place importante que tient le Portugal dans la science que nous cultivons davantage, la séismologie (1). Tous ceux qui s'occupent de tremblements de terre ont étudié la terrible catastrophe de 1755 qui a été au Portugal l'objet de nombreux travaux. Récemment encore à Stockholm, à la quatrième conférence de l'Union, nous écoutions le colonel Machado e Costa nous résumer l'important volume de M. Pereira de Sousa, «O terremoto do 1.º de novembro de 1755 em Portugal e um estudo demografico».

Celui qui écrit ces lignes a été de longue date en relation avec les géophysiciens portugais: il se rappelle avec plaisir ses rencontres avec le directeur du service des Açores, le colonel Chaves, dans les congrès de météorologie où il était particulièrement écouté. Au cours de la guerre il connut M. da Costa Lobo, membre correspondant de l'Académie des Sciences, aujourd'hui Docteur honoris causa de l'Université de Strasbourg. M. da Costa Lobo l'éminent directeur de l'Observatoire Astronomique de Coïmbre et le Directeur de l'Observatoire Géophysique M. Ferraz de Carvalho, sont en rapport continu avec le bureau central de Strasbourg.

De jeunes travailleurs portugais ont fréquenté pendant plusieurs années l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg: M. Antonio Gião, le capitaine aviateur Manuel J. Ferreira.

Aussi est-ce avec un réel plaisir qu'il apporte une contribution personnelle à la nouvelle revue «A Terra».

Il lui a semblé qu'à la veille de la Conférence de Lisbonne il conviendrait de publier dans une revue portugaise un exposé de l'état de la séismologie et des progrès qu'on peut encore en attendre.

(1) Les lecteurs remarqueront que nous adoptons toujours désormais les mots *séismes*, *séismologie* etc., au lieu de *sismes*, *sismologie*. L'étymologie du mot n'est pas douteuse. Perrey, son inventeur, avait écrit «géoséisme», mouvement de la terre; «séismes» en grec veut dire *mouvement*, «s'simes» signifie *sifflement*, *bruissement*, etc.

Est-il besoin de rappeler que c'est pour l'étude des séismes, des ondes qui se propagent et s'amplifient sur la totalité du globe que se manifesta pour la première fois la solidarité de tous les hommes pour la recherche de la vérité scientifique? Puisse cette communion nécessaire se compléter prochainement, pleinement et à jamais.

La séismologie moderne ne consiste pas seulement à noter, à cataloguer, à classer des tremblements de terre: une telle conception en diminuerait singulièrement, l'importance. C'est elle seule qui permet d'élargir nos connaissances sur la constitution du sous-sol. Mais ici se présente une difficulté d'étude toute particulière: un séismogramme est une courbe compliquée provenant d'un ébranlement et d'une propagation dans un milieu hétérogène formé de couches de propriétés variables et en profondeur et en azimut. Il en résulte qu'à chaque séisme correspond en réalité une courbe spéciale individuelle; la science séismologique ne peut ainsi être édiflée qu'en se basant sur des moyennés d'observations.

Malgré sa complexité, le séismogramme fait apparaître cependant des groupes d'ondes, des phases. C'est déjà un résultat scientifique appréciable que de pouvoir au moins qualitativement interpréter ces divers groupes. Deux conditions sont nécessaires: tout d'abord obtenir des données fidèles avec des appareils soigneusement réglés et étudiés, livrer aux interprétations des documents aussi bien inscrits que possible, telle est la tâche fondamentale à laquelle une station centrale doit s'attacher. C'est ce que nous avons essayé de faire à Strasbourg: déjà quelques résultats appréciables ont été obtenus par des travaux de précision parus dans nos bulletins. J'exprime l'espoir que ces documents seront de plus en plus utiles à nos collègues de l'Union pour des tentatives de vérifications théoriques.

La seconde condition de progrès consiste à adopter des idées directrices, à suivre une voie euristique. Peu importe que les cas abordés par la théorie soient beaucoup plus simples que les faits naturels et que les solutions ne s'appliquent aux ondes séismiques que d'une manière approchée. Les divergences constatées entre le calcul et l'observation seront autant d'occasions offertes pour en discuter la cause et ériger des hypothèses nouvelles sur la constitution interne du globe.

La théorie de Poisson qui au siècle dernier conduisit à la conception des phases P et S permet des vérifications d'une précision presque surprenante sur les vitesses de propagation de ces phases, malgré les divergences des *hodochrones* existantes. Il reste encore à choisir une table officielle; provisoirement celle de Macelwane a été adoptée à Stockholm. Si la théorie de Poisson permet aujourd'hui de si belles vérifications quantitatives, cela tient sans doute à ce que le trajet ayant lieu en majeure partie à l'intérieur du globe les hétérogénéités de l'écorce interviennent d'une manière relativement faible.

Je ne m'attarderai pas sur les réflexions diverses ou sur les surfaces de discontinuité (1); mais je voudrais montrer, par l'histoire des études sur les longues ondes, que la nécessité d'une collaboration entre

(1) Voir: E. Rothé, Le tremblement de terre, chap. VII.

mathématiciens et séismologues s'impose d'une manière plus impérieuse que jamais. Après J. Darwin qui traite le problème statique de la déformation d'un solide élastique par l'application d'une pression de forme harmonique à sa surface, Lamb, consacrant un mémoire aux vibrations dans une sphère élastique, ouvrait la voie à Rayleigh dont le travail marque une date importante dans la séismologie théorique. Etudiant les vibrations propres et la propagation à la surface plane d'un milieu homogène, Rayleigh a lui-même suggéré l'idée que les ondes envisagées peuvent jouer un rôle important dans la propagation des séismes. Il y a en effet dans les séismogrammes des inscriptions de longues ondes à composante verticale accusée qui ont plus ou moins le caractère des ondes Rayleigh. Au point de vue physique il est bien difficile d'envisager la terre comme homogène. Dans ses enseignements du collège de France, M. Brillouin a appelé l'attention sur l'importance de ces études et tout récemment encore il engageait un de ses élèves, M. Coulomb, à reprendre un problème de Boussinesq, généralisé par Lamb, le problème type «De la percussion», en introduisant dans la théorie un potentiel de forme généralisée. M. Coulomb s'est aussi attaché au problème de Love et a tenté d'en présenter une théorie simple. On sait que Love, traduisant par le calcul les vues intuitives de Wiechert, a considéré la terre comme formée d'un substratum recouvert d'une mince écorce supposée homogène. Il a établi que cette couche peut propager des vibrations horizontales normales à la direction de propagation, à la condition que la vitesse des ondes de distorsion dans la couche soit moindre que dans le noyau. Or des ondes de ce genre existent dans les séismogrammes, elles constituent la phase introductrice des longues ondes.

Les inscriptions par les beaux instruments Galitzine sont assez fidèles pour qu'on puisse obtenir la résultante des composantes, montrer l'absence de composantes verticales, déterminer avec exactitude les directions.

Des travaux divers de cette nature exécutés sur mes conseils depuis plusieurs années ont non-seulement conduit leurs auteurs à des résultats utiles mais servi de base à des vérifications d'autres chercheurs ou à des considérations théoriques. Ne demandons d'ailleurs pas à une méthode plus qu'elle ne peut donner: les vérifications quantitatives sont encore bien incertaines.

Si intéressante que soit en elle-même l'analyse des inscriptions, le physicien désire atteindre un autre but; expliquer *la genèse des divers groupes d'ondes*. Où prennent-elles naissance? par quel mécanisme? quel est le rôle propre du foyer, celui du trajet, le rôle du sol à la réception? D'où proviennent les interférences qui constituent la phase des maximums très nets dans tant de séismogrammes, rappelant à s'y méprendre l'aspect des battements? Tel est le programme de demain.

Si la France s'est efforcée de mener de front le perfectionnement des observations et le progrès des études théoriques, il est un autre centre de recherches qui a eu la vision très claire de la nécessité d'une organisation cohérente. Appelé à siéger au mois de septembre dernier à la première session du comité séismologique international de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., j'ai été particulièrement frappé par l'impor-

tance de la place que cette académie et le directeur Nikiforov de l'Institut séismologique de Léninegrad ont faite aux études mathématiques. Ce n'est pas en effet au dehors de cet institut, auprès de collègues complaisants, que les séismologues vont puiser les renseignements nécessaires à la solution de problèmes difficiles; c'est une partie propre de cet établissement, l'une des plus vivantes, que la section de séismologie théorique et mathématique dirigée par M. Smirnoff, entouré de jeunes et ardents collaborateurs. Il suffit de parcourir le programme d'une des séances de la session pour se rendre compte de l'orientation actuelle de leur travail: Mme Marychkina discute la théorie cinématique des ondes de Uller et recherche dans quelle mesure cette théorie trouve en séismologie une application; elle analyse les oscillations dans un milieu solide au contact d'un liquide compressible. M. Soboleff traite lui aussi la théorie des ondes planes et cherche à pénétrer davantage dans la résolution du problème de Lamb, il s'efforce d'atteindre les milieux hétérogènes; avec le professeur Smirnoff il aborde une nouvelle méthode simple et générale pour la solution du problème plan des oscillations élastiques. Une telle organisation qui permet l'échange continu de vues entre les physiciens observateurs d'une part, les théoriciens et mathématiciens d'autre part, ne peut manquer d'être féconde. N'y a-t-il pas là un exemple à suivre, une réforme à apporter dans les organisations plus anciennes?

Il apparaît que les causes des séismes à foyers profonds ne peuvent être discutées qu'à la lumière des hypothèses que l'ingéniosité du chercheur fonde sur les confidences que le train d'ondes lui apporte par son impetus ou ses concamérations successives. Les séismes à foyers superficiels relèvent de la géologie. Etablir une liaison intime entre la séismologie et la tectonique, c'est encore une seconde voie de recherches qu'il appartient aux instituts séismologiques de tracer largement ouverte. Je reconnais volontiers que certains géologues ne partagent pas ma manière de voir: on dit parfois que la formation physico-mathématique nécessaire au séismologue n'est pas compatible avec les qualités d'observation du naturaliste.

Je ne saurais me rallier à cette opinion: point n'est besoin pour réfuter une telle objection de recourir au témoignage des nations étrangères où tant de savants ont une culture des plus éclectiques; n'avons-nous pas vu en France des géologues, et des plus éminents, provenir de cette Ecole Polytechnique dont nul ne peut contester la sélection mathématique? L'Académie des Sciences de Russie a si bien compris ce deuxième aspect de la géophysique que l'Institut de Leningrad comprend une section géologique, dirigée par le professeur Muchketoff, dont la préoccupation principale est la séismotectonique. L'académie a même appelé à elle dans son comité consultatif, avec des physiciens comme M. Angenheister, directeur du journal *«Zeitschrift für Geophysik»*, et l'auteur de cet article, plusieurs géologues et géodésiens. Le professeur H. Stille a traité de l'épirogénie dans ses rapports avec la séismicité, le professeur A. Born nous a entretenu des phénomènes d'isostasie dans les régions du Nord et a discuté avec les géologues russes la tectonique de la mer Noire, de la Crimée, qui fut récemment le théâtre de graves

dommages. M. Kossmat avait adressé un travail sur les phénomènes tectoniques et géophysiques de la région de Ferghana en Asie Centrale, tandis que M. Vening-Meinesz émettait des idées neuves sur les bases physico-mécaniques des théories géotectoniques et sur leurs conséquences.

La distinction entre foyers superficiels et profonds à laquelle M. Turner avait consacré sa méthode des «résidus» a pris au Japon une forme différente. M. Wadati applique à la détermination de l'hypocentre une construction géométrique suffisamment précise bien qu'elle admette la constance de la vitesse à courte distance. Ce n'est pas là son seul mérite; il introduit une notion originale en attribuant à la différence d'époques des impetus S et P un rôle en quelque sorte physique, en imaginant une onde fictive qui posséderait les propriétés des ondes P et S (P-S) et qui serait une sorte de signal se propageant de telle manière qu'en chaque point de la terre il soit caractérisé par la différence de trajet des ondes P et S. On conçoit dès lors qu'on puisse utiliser à l'instar des isolignes P les iso (P-S), c'est à dire les lieux de points pour lesquels la différence de temps des impetus des deux phases initiales est constante. Les tremblements profonds sont pour cet auteur ceux qui proviennent d'une distance de 300 à 400 kilomètres, il appelle tremblements ordinaires ceux qui émanent d'un foyer de 30 à 40 kilomètres de profondeur au plus.

Il est très remarquable qu'au seul aspect des isolignes ces deux catégories de séismes se distinguent nettement: quand les isolignes sont écartées, les foyers sont profonds. Un second critérium fait foi pour les foyers de surface: la distribution des isoséistes est normale, elles encerclent l'épicentre; pour les foyers profonds elle est anormale. On aperçoit sur la carte du Japon des noyaux d'isoséistes de degré élevé réparties en des régions très éloignées l'une de l'autre et de distribution quelconque, au moins en apparence.

Dans les nations occidentales: Espagne, Portugal, Italie, France, comme en Orient, au Japon ou en Russie, la liaison entre géologues et géophysiciens se resserre non-seulement au point de vue scientifique, mais au point de vue des applications techniques. Et voici qu'une extension des instruments d'observation nous ouvre un chapitre nouveau de la physique appliquée. Nous ne saurions passer sous silence les résultats de ces efforts communs en vue d'un choix judicieux de l'emplacement des stations sismologiques, d'un transfert utile des villages sinistrés, de l'adoption de constructions antisismiques. L'usage des sismographes à courte période est indiqué pour l'examen des vibrations des ponts ou des ouvrages d'art. Ils sont répandus dans les sociétés de prospection du sous-sol. Aux Etats-Unis les ingénieurs doivent aux sismographes de brillants cas de réussite dans la découverte des dômes de sel; à partir du moment où abandonnant les méthodes purement visuelles ou empiriques de prospection, l'industrie minière fit appel aux balances de gravitation puis aux méthodes de sismologie, les progrès furent considérables et d'année en année on vit s'accroître le nombre des dômes signalés.

Plus que dans tout autre domaine il importe dans une branche naissante de la science de coordonner les efforts. Cacher les découvertes sous prétexte de secret industriel serait une trahison envers la solidarité

scientifique. J'ai défendu cette thèse au congrès de Stockholm. Pour faciliter les progrès de la science nouvelle, il importe de rassembler les renseignements acquis sur chaque genre d'anomalie tectonique; par exemple, après la prospection d'une faille ou d'un dôme de sel dûment reconnu, il serait bon de mettre à côté de la coupe géologique, en tableaux et en graphiques, les résultats des mesures faites par les diverses méthodes; il faudrait un atlas "géophysique", comme il existe des cartes géologiques. Le voeu que j'ai eu l'honneur de déposer au bureau de l'Union a été voté à l'unanimité et transmis depuis aux différents gouvernements. Je ne saurais abandonner ce sujet sans signaler la tendance qui se manifeste en tous pays, France, Japon, Russie, de tenter les inscriptions à distance en faisant appel à l'induction électrique ou de transmettre automatiquement les signaux mêmes des ondes par oscillations électriques. A cet effet on peut mettre à profit les variations de selfs ou de capacités solidaires de la masse inerte.

Il va sans dire qu'un tel programme exige le développement concomitant de la technique des tremblements de terre artificiels, c'est à dire des fortes explosions, telles que celles dont divers auteurs et notamment M. Angenheister ont analysé les effets. En Allemagne on préconise parfois l'usage de sortes de séismomicrophones à contacts de charbons, mais quel que soit le détecteur sensible, l'inscripteur des procédés électriques sera un groupe d'oscillographes ou de galvanomètres à cordes. Procédés encore en élaboration sur quoi se fondent pourtant de grandes espérances!

En Italie, le professeur Oddone et des ingénieurs comme M. Beluigi ont pris une part active aux applications techniques. En outre, délégué à la conférence de Stockholm, M. Oddone a fait ressortir l'utilité des cartes séismiques mondiales qui mettraient en évidence les caractères séismiques de chaque région. Pour ma part, je voudrais aussi recommander les recherches sur la "migration des épicycles".

Tous ceux qui dans les divers pays travaillent à la rédaction des annuaires et catalogues et par suite sont amenés à déterminer les épicycles auront été frappés comme je l'ai été moi-même par le fait que d'année en année les régions où les secousses sont les plus fréquentes sont variables, comme si une sorte de bascule rétablissait de proche en proche l'équilibre entre les parties les plus mobiles du globe, et bien que les mêmes points sensibles se retrouvent aux différentes époques, même après des années, avec une fixité remarquable. C'est à peine si dans une même maille du réseau terrestre formé par les méridiens et les parallèles les épicycles varient d'un ou deux degrés au cours des quinze dernières années. Mais, d'année en année, ce sont d'autres mailles qui bougent. Un travail d'ensemble sur ce sujet pour lequel j'ai demandé récemment la collaboration des sociétés savantes nécessiterait un grand nombre de travailleurs, mais il ne manquerait pas d'être fructueux pour tous ceux qu'intéressent les problèmes de la géographie physique.

L'étude détaillée des épicycles, leur détermination précise offrent ainsi un intérêt capital pour l'histoire du globe tout entier. Les dernières années se signalent par une augmentation notable du nombre des stations: au Danemark non-seulement Copenhague devient une station de premier ordre, mais au Groënland, à Scoresby-Sund,

est installé un deuxième observatoire dont la création est d'autant plus méritoire qu'elle précède de quelques mois la mission polaire de 1932 à 1933; le réseau des colonies françaises ou protectorats comprend maintenant outre Alger et Tunis, Dakar, le Togo, Tananarive, la Martinique, Phu-liên, Tahiti. Le réseau de l'U.R.S.S. des stations de première classe possède un personnel suffisamment expérimenté pour qu'avec ses seuls moyens chaque station, munie d'instruments Galitzine, puisse déterminer, le plus souvent sans erreur notable, les coordonnées mêmes du foyer. L'organisation aux Etats-Unis a été l'oeuvre du Coast and Geodetic Survey en liaison avec d'autres institutions gouvernementales: Carnegie Institution, Bureau of Standards, Weather Bureau, Geological Survey,—ou privées: Jesuit Seismological Association, American Geophysical Union, etc. Grâce à l'active influence de M. N. H. Heck, directeur du service séismologique, des appareils modernes ont été installés dans plus de trente stations, si bien qu'à bref délai les Etats-Unis fourniront à l'Europe de nombreuses données précises sur des régions où, il y a quelques années à peine, non fonctionnaient encore que des séismoscopes Milne. Dans l'oeuvre considérable ainsi réalisée je voudrais signaler deux points qui me paraissent des plus importants.

La conception du noyau terrestre dans les idées de Gutenberg a obligé les séismologues à envisager des phases complexes, celles qui ont en indice la lettre c, première lettre de "core" ou "coeur", $P_c P_c S$, $S_c P_c S$, etc., celles qui intéressent le noyau. Les tables et hodochrones existantes ont dû être complétées. Ce fut l'oeuvre de MM. Macelwane, Wisser et quelques collaborateurs. Comme l'a fait remarquer M. Labiouse dans un rapport de Stockholm servant de base à la discussion, il serait bon de procéder dès maintenant à la publication de tables, même pour des phases encore peu observées, parce que cette publication suscitera une nouvelle activité des observatoires séismologiques désireux de préciser les données expérimentales. Tels sont déjà les travaux publiés par Melle Lehmann, M. Macelwane, Mlle Roess, etc.

L'introduction de ces phases amenait une conséquence inévitable: le code de transmission télégraphique et radiotélégraphique créé après la guerre par notre bureau central devenait insuffisant. Aujourd'hui, depuis le 1er janvier 1932, un nouveau code qu'a élaboré une commission internationale présidée par M. Heck est en essai provisoire; il sera discuté à nouveau et adopté définitivement s'il y a lieu à la prochaine réunion de Lisbonne. Entrant dans la voie tracée par la France, les Etats-Unis émettent des radiotélégrammes dits «séismo» et comprenant les données de deux ou trois stations ainsi que les coordonnées des épicentres.

Ici encore se manifeste l'unité des mouvements scientifiques: la TSF est pour nous l'instigatrice de nouveaux progrès. La seconde réflexion que me suggère la lecture des rapports des Etats-Unis est relative à l'appareillage de nos stations. Nous sommes en possession d'instruments précis, parfaitement étudiés, tant au point de vue expérimental ou technique qu'au point de vue de leur théorie: ce sont les appareils à masse importante Wiechert 1000 kg., Mainka 500 kg. (inscription mécanique), ou les Galitzine (inscription photographique). Les équations résolues par de nombreux savants depuis Poincaré, Lippmann, Wiechert,

Galitzine, rendent compte de toutes les conditions de grandissement ou d'amortissement. Les Galitzine dont le grandissement part de zéro pour les ondes très courtes est surtout destiné à l'étude des longues ondes des tremblements lointains; l'appareil Wiechert est un instrument "omnibus" qui donne des effets pour la plupart des genres de séismes. Les services des divers pays ont eu en vue de créer des instruments spéciaux pour les tremblements de terre rapprochés: en Allemagne, en Suisse, en France, on a construit de grandes masses de l'ordre de 20 tonnes (Wiechert, Piccard-de Quervain, Rothé-Lacoste-Bois); aux Etats-Unis, en Russie, presque simultanément, on a cherché à construire des instruments à masse réduite et par suite à inscription photographique. Les uns ont été établis par M. Nikiforov, d'autres par MM. Anderson et Wood. Ils sont fondés sur la torsion. Enfin M. F. Wenner, dont l'habileté expérimentale s'est si bien manifestée dans la prospection électrique, a créé des séismographes ou des accéléromètres à induction. Ces derniers instruments ne sont pas encore bien connus en Europe et il n'a pas été fait, à ma connaissance, de comparaison systématique entre les matériels ancien et nouveau. Si j'en juge par mon expérience personnelle les appareils à grande masse présentent sur les autres de réels avantages; ils fournissent des détails, ils inscrivent des phases que je n'ai pas aperçues sur les autres séismogrammes. Il semble que c'est seulement avec les premiers que nous serons en mesure de discerner les phases de Mohorovicic si intéressantes pour la constitution du sous-sol et dont une analyse serrée lève tous les doutes sur la distance de l'épicentre. Ce sont bien les appareils qui conviennent pour suivre les petits mouvements orogéniques, vibrations des Alpes et des Vosges. Il n'en est pas moins vrai que des comparaisons plus scientifiques sont nécessaires et j'ai le vif désir de voir inscrire à Strasbourg même, avec les divers types d'instruments, des séismes naturels et des séismes artificiels fournis par une plate-forme mobile entraînée par l'appareil de synthèse des mouvements vibratoires que j'ai créé à cet effet. Peut-être arriverait-on par cette convergence d'efforts à obtenir enfin des instruments peu coûteux, possédant les mêmes avantages que les grandes masses, ce qui ne semble pas réalisé jusqu'à ce jour.

Et puisque dans cet article, en résumant les progrès accomplis je cherche aussi à engager les lecteurs à réfléchir sur les progrès futurs, je voudrais en terminant appeler l'attention sur une idée qui m'est chère. On a souvent répété que les études séismologiques devaient se faire avec les mêmes instruments. Je dirais plutôt qu'une station de premier ordre doit posséder comme celle de Strasbourg une gamme d'instruments tels que chacun d'eux ait son rôle spécial: ondes très courtes, ondes longues, secousses horizontales, verticales, etc... Peut-être pourrait-on dans certains cas utiliser la résonance. Mais ce qui importe aussi c'est que l'interprétation des phénomènes soit la même, et des conversations plus nombreuses entre observateurs éviteraient bien des malentendus. J'avais proposé à Madrid des échanges provisoires entre les personnels des divers services: je pense aujourd'hui encore qu'un tel échange servirait beaucoup mieux l'avancement de la géophysique que bien des échanges de correspondance.

Los Temblores de Tierra.—Su Predicción

Precauciones Posibles

por EL ING. L. SALAZAR SALINAS
Director del Instituto de Geología de Mexico

(Continuação do n.º 3)

Dejando a cada quien la interpretación y los comentarios que esta versión histórica sugiera, lo cierto es que en muchos casos, aun tratándose de fortísimos movimientos de la tierra, no son sentidos por un gran número de personas, merced a las condiciones especiales en que se encuentren. Tal sucedió cuando el fuerte temblor de Acambay en el Estado de México, el cual no fue sentido por ninguno de los mineros que trabajaban en el interior de la mina "Las Dos Estrellas", situada a unos cuantos kilómetros del epifoco, cuyos operarios, aunque notaron que fragmentos de rocas se desprendían de los laboríos mineros, lo atribuyeron a uno de tantos sucesos de esa clase, que son comunes en la explotación de las minas.

Se asegura que es un hecho bien comprobado, que muchos animales sienten el temblor antes que el hombre.

Muchos temblores fuertes, son precedidos o acompañados por intensos ruidos, cuya naturaleza varía en extremo, según las personas que los atestiguan: ya son como el ruido de un tren de ferrocarril, ya como estallidos de naturaleza explosiva, ya como estampidos de cañón o descargas de fusilería, ya como soplo de viento impetuoso, etc. etc.

Entre las huellas que un temblor deja en las zonas en donde se siente con gran intensidad, hay que mencionar, además de la destrucción que se produce sobre los edificios y demás obras de ingeniería y arquitectura y de las ondulaciones de los terrenos a que ya me he referido, los agrietamientos en las masas rocallosas, que a veces se prolongan en distancias de varios kilómetros, produciendo dislocaciones y aun ruinas, en varias estructuras urbanas, tales como los caminos carreteros y las vías férreas; pero no hay que confundir estos agrietamientos con las rupturas de los pisos de asfalto o de cemento, que se producen aunque el temblor no sea muy intenso. En otras ocasiones, a consecuencia del temblor y del desequilibrio que naturalmente produce el movimiento sobre las masas de las rocas, brotan manantiales de aguas, más o menos permanentes; otros que ya existían, desaparecen súbitamente, y ha habido casos en que pozos de petróleo, agotados hacía varios años, han vuelto a ser productivos, sin mencionar otras muchas manifestaciones que el temblor deja como testimonio de su paso por una región. Cuando el

«terremoto mexicano» de 1920, cuyo estudio se publicó en el «Boletín número 38 del Instituto Geológico de México», hubo notables manifestaciones, en lo relativo a afloramiento de aguas subterráneas, pero además se verificó el fenómeno de que la masa consolidada de lava, que constituía el fondo del cráter del Popocatepetl, se aflojó o agrietó, dando lugar a que dicho volcán entrara en un período de actividad que duró todo el resto de ese año y aun muchos meses después. También ha sucedido que la vibración del suelo, dé lugar a la producción de brotes violentos de aguas más o menos permanentes, como uno que hubo en un pozo en el valle de San Joaquín en el Estado de California de la Unión Norteamericana, por el cual fueron arrojados muchos pecesciegos, de las especies que viven en aguas subterráneas.

* * *

Citados ya, aunque a grandes rasgos, algunos de los más notables efectos del fenómeno sísmico, cabe decir algunas palabras acerca de las causas a que se atribuyen tales movimientos.

El inquirir tales causas ha sido, como ya he dicho, una de las grandes preocupaciones del hombre, habiendo empezado la serie innumerable de hipótesis, formuladas desde los primeros tiempos de nuestra civilización occidental, para no remontarme a épocas más lejanas, en que era común atribuir el fenómeno a causas sobrenaturales.

Las hipótesis, desde entonces, se han multiplicado sin cesar: se recurrió a causas extraterrestres: a la atracción de los cuerpos celestes, que obrando sobre la masa fluida de que se suponía constituido el interior de la Tierra, producía en ella algo semejante a las mareas del océano.

Concretando más, y tendiendo gradualmente a las hipótesis sobre fenómenos que radican en el planeta mismo, se supuso que en las profundidades de la Tierra, se producen explosiones que repercuten en la superficie, haciendo temblar la masa. Fue al amparo de esa hipótesis, por lo que se llama hipocentro al sitio de la explosión y epicentro al punto de la superficie más inmediato al primero.

Siguieron predominando, durante algunos años, las ideas catastróficas. No se admitía que un fenómeno que produce desolación y muerte, pudiera atribuirse a causas apacibles y de lento desarrollo; pero después, la teoría de Lyell sobre las causas actuales, dió origen a la convicción de que todos los fenómenos geológicos, a excepción quizá de algunos de carácter muy local, son de lenta elaboración, y aunque a veces, como en el caso del temblor de la tierra, lleguen a asumir aspectos desastrosos para la humanidad, estos no son, desde el punto de vista estrictamente geológico, sino la exteriorización de procesos graduales elaborados en la masa de la litósfera a través del tiempo.

El distinguido sabio norteamericano Bowie, presidente honorario del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, que tiene su sede en la ciudad de Tacubaya, es defensor de la antigua teoría de la isostasia, que también sostiene nuestro distinguido colega el señor ingeniero don Pedro C. Sánchez, Director del referido Instituto, en virtud de cuya teoría se considera que la emisión de rocas, a consecuencia del excedente de presión que la masa general sufre en algunos lugares, produzca un

movimiento, al desalojarse dichas rocas ígneas hacia los lugares en que se necesitan para el restablecimiento del equilibrio isostático, o sea, para la conservación de los perfiles que otras fuerzas han definido.

Dada la naturaleza de este folleto, no sería oportuno discutir esta teoría, ni aun siquiera exponerla, para lo cual existen obras magistrales, entre ellas las del referido Dr. Bowie; pero no es necesario hacerlo así, tanto porque la teoría de la isostasia está aceptada en principio por la mayoría de los geólogos, como también porque, en resumen, las ideas preponderantes, en cuanto al carácter tectónico de los temblores, también se apoyan en el concepto fundamental de una tendencia de ciertas zonas de la tierra a un mayor estado de equilibrio, que por supuesto, puede alterarse, ya con motivo de una extrusión abundante de lavas, a sí como bajo el influjo de las depresiones barométricas, causadas por los ciclones y aun bajo la acción de las mareas, pues las fallas, especialmente las submarinas, son sensibles en alto grado, a las variaciones de presión.

La senda de la investigación se dirige ahora, con la aceptación de la mayoría de los geólogos, y con vigor inusitado, por el sendero de la fase constructiva del globo: ciertas partes de él, aún no llegadas, a equilibrio estable, tienden a reajustarse, y el descenso de ciertos bloques, en relación con otros, aun cuando sean en pequeña amplitud, produce una vibración, que repercute a través de la litósfera y la hace temblar. Esos movimientos de reajuste se verifican, de preferencia, a lo largo de ciertas superficies de división de las masas rocallosas, superficies que por eso se llaman de dislocación y que son el resultado de plegamientos fuertes de las formaciones sedimentarias o de hundimientos de ciertas masas, respecto de otras que aparecen estables o que sirven de apoyo al movimiento general.

Esas superficies débiles se llaman fallas y sus relaciones con el temblor de la tierra, están perfectamente establecidas, sobre todo, después del temblor que asoló a la ciudad de San Francisco California en 1906, pues ha sido desde entonces, cuando las fallas sismogénicas, o sean las causantes del cataclismo, se han localizado, se han medido matemáticamente sus cambios a través del tiempo y se han determinado por procedimientos de precisión, los dislocamientos que una fracción de la Tierra ha sufrido y sigue sufriendo, respecto de la otra.

A esta causa se atribuye la gran mayoría de los temblores de tierra, que se llaman tectónicos, y cuyos focos, por lo general, se desalojan a lo largo de fallas, como es lógico suponerlo.

Esas fallas abarcan a veces, centenares de kilómetros, y su importancia ha sido de tal manera precisada, que la localización de ellas, equivale a tanto como a identificar una zona sísmica, sobre todo cuando tales fallas se presentan en formaciones geológicas recientes; no estando por demás, decir, que el localizar esas fallas, ofrece a veces grandes dificultades, pues muchas veces, aun siendo activas, son del todo imperceptibles en la superficie de la tierra y muy a menudo están cubiertas por formaciones posteriores que las ocultan por completo.

En esos temblores tectónicos, una de cuyas características consiste en su poder de propagación a largas distancias, y aun a veces, a través de todo el planeta, como sucedió en el "terremoto mexicano" de 1920,

para nada tiene que ver el volcanismo, como es frecuente que el vulgo lo suponga, hasta el grado de que no hay vez en que un temblor de esta naturaleza se verifique, que no se hable de la aparición de nuevos volcanes o del renacimiento en la actividad de volcanes existentes, errores hasta cierto punto explicable, pues es un hecho que las zonas de alta sismicidad, coincidan a veces con la existencia de abundantes aparatos volcánicos; pero en el fondo, para el vulgo que no puede apreciar el valor de estas coincidencias, la preocupación de ligar uno y otro fenómeno, no es más que el viejo prejuicio de las causas violentas: el resabio de las ideas emanadas de observaciones incompletas, que no pueden explicar que un sencillo movimiento de acomodamiento o de reajuste en la masa rocallosa de la tierra, pueda dar margen a vibraciones que desbaratan poblaciones, que cambian el curso de los ríos, que conmueven la masa de los mares, y que llevan al "rey de la creación", como él mismo suele llamarse, a los más grandes extremos de miedo y a los mayores paroxismos de pánico, no obstante que el período sensible de los temblores de tierra, siempre es de corta duración, como se ha comprobado en Alta California, donde el 18 % de los sismos, se estima que duran un segundo o menos, siendo sólo el 7 % los que alcanzan una duración superior a 40''.

Lo anterior no quiere decir que entre el fenómeno tectónico y el volcánico no existan conexiones frecuentes; ni menos supone que la erupción de un volcán, no dé lugar a un temblor de tierra. También existen los temblores volcánicos, que tienen características especiales, entre ellas, que, aunque son por lo general, violentos, no abarcan grandes extensiones, reduciéndose su campo a una zona poco extensa alrededor de su foco, que es el volcán mismo, variando las manifestaciones de esta clase, en distintas regiones del globo; y así por ejemplo, en los Estados Unidos, se ha concluido que casi no ocurren temblores de carácter volcánico; en el Japón se cree que son de tal origen el 3 % de los ocurridos en los últimos años, siendo la proporción un poco mayor en Italia.

No todos los volcanes, al hacer erupción, producen temblor de la tierra, y hay algunos que aunque ubicados en las zonas donde ha temblado con gran intensidad, no han modificado su actividad ni la han reanudado, cuando ha estado interrumpida; lo cual demuestra, que, ambos fenómenos, aunque relacionados entre sí por ciertas razones, presenten gran independencia en sus manifestaciones.

Tal sucedió, entre otros casos, cuando los fuertes temblores de Calabria, en las cercanías del Vesubio, que en manera alguna afectaron a ese volcán.

En este campo de las relaciones de origen, entre la sismicidad y el volcanismo, hay sin embargo todavía mucho que investigar, bastando un sólo detalle de frecuente ocurrencia, que consiste en la orientación en línea recta, de ciertos aparatos volcánicos para formular consideraciones muy fecundas, que, desde cierto punto de vista, no solo no independen ambos fenómenos, sino que los aproximan, en forma hasta hoy poco precisada.

Otro punto que a menudo se ha discutido, es el de la predicción de los temblores. Y este es un caso en que, a pesar de ser el fenómeno

de índole mundial o planetaria, la resolución no puede ser la misma en todos los puntos de la Tierra.

Desde luego, la predicción del tiempo en que haya de ocurrir un temblor, entra por ahora dentro de los linderos de lo utópico; pero es indudable que estando las regiones falladas, que como hemos dicho, son el origen de la mayor parte de los temblores, desigualmente repartidas en la Tierra, y siendo variable su grado de actividad, así será también desigual en extensión y en intensidad la distribución de las zonas de sismicidad, cada una con sus caracteres determinados.

Para ciertas de esas regiones, como Austria y Japón (1), los cálculos cuidadosos hechos durante largos períodos de tiempo, han posibilitado el formular algunas presunciones, con bastantes visos de exactitud; pero en general, es peligroso establecer generalizaciones, siendo como son los datos, incompletos. Tan es así, que en la Carta Sísmica formada por Milne, estaba anotado San Francisco California como incluido en una zona asísmica, demostrándose poco después que, no sólo es la zona eminentemente sísmica, sino una de las de sismicidad más activa y peligrosa que existen en la Tierra. En cambio, el eminente sismólogo japonés Omori, predijo el gran temblor que destruyó la ciudad de Tokio, en 1923.

Y lógicamente, consideramos, dentro de ciertos límites, que la frecuencia sísmica está en razón inversa de la edad de las formaciones, toda vez que en las ya viejas, es presumible que la tierra ha llegado a un estado de equilibrio que aún no se alcanza en las jóvenes, notándose esta gradación al comparar la antigua formación de los Pirineos con la más reciente de los Alpes y la más joven del Himalaya, zona sísmica en conjunto, en la que los movimientos se producen, en frecuencia y en intensidad, en orden inverso del mencionado. Algunos autores creen haber notado, al computar los movimientos más intensos, que estos tienen lugar, preferentemente, después de un período largo de calma. Pero si la predicción en tiempo, es irrealizable por el momento, no lo es la predicción en espacio, es decir, la que consiste en señalar las regiones de mayor peligro, circunscribiéndolas a dimensiones lo más precisas posible.

Esto se ha logrado hasta hoy, en el Estado de California de los Estados Unidos, y naturalmente, no ha sido el resultado de apreciaciones arbitrarias, ni de la confección de mapas de epifocos, sino el producto de estudio geológico y geodésico, ejecutado sistemáticamente por personas bien preparadas científicamente para abordar tales problemas. Son además éstas, labores costosas que sólo los países ricos pueden ejecutar, lo que se pone en evidencia por el siguiente dato que tomo del informe último que ha publicado la Comisión de Sismología, que, bajo los auspicios de la Institución Carnegie, de Washington, está estudiando, desde hace varios años, con la cooperación de otras instituciones, los fenóme-

(1) En el Japón privó por años la idea de que había un temblor en cada período de 15 años, que concuerda bastante con los hechos observados durante 15 siglos.

nos sísmicos de la Alta California. Una de las instituciones que cooperan en ese trabajo, es la United States Coast and Geodetic Survey, cuyo presupuesto, para ese sólo fin, era durante el año anterior, de 86,600.00 Dls. anuales, y ha sido aumentado para el nuevo año, a 316,624.00 Dls., persiguiendo la planificación topográfica del país, de acuerdo con los planes del Presidente de los Estados Unidos de América, señor ingeniero Hoover.

Entre los trabajos que la comisión referida ha realizado, se menciona, en el informe aludido, el mapa en que constan todas las fallas existentes en Alta California, en cuyo trabajo ha colaborado la Sociedad Sismológica de América. Se han trazado las curvas batimétricas del Océano Pacífico, entre el puerto de San Francisco y la frontera de México, extendiéndose mar adentro, hasta alcanzar la profundidad de 4,200 metros, colaborando en esta parte de la labor, el Departamento de Marina.

En colaboración con la United States Coast and Geodetic Survey, se han hecho las observaciones diarias de latitud de la estación de Ukiah, triangulaciones primarias de la más alta precisión, cubriendo la zona sísmica completa, desde Punta Arena hasta la frontera mexicana; triangulaciones que están ligadas con regiones que se consideran estables al oriente de la Sierra Nevada. Hay, además, formadas 3 redes separadas de triangulación que se extienden hacia el oriente desde la costa hasta más allá de Reno; en el norte, desde San Luis Obispo hasta Lago Salado y a lo largo de la frontera mexicana, hasta el American Peak, en la cuenca del Río Colorado, por el sur.

Como suplemento a este sistema de trabajos, se ha hecho una triangulación local de alta precisión, cruzando la zona de las fallas en ángulos rectos, en la región inmediata al sur de Los Angeles y en la ubicada al norte de la ciudad de San Francisco.

Además, se han trazado líneas de nivelación cruzando la zona de las fallas, con el objeto de computar, con absoluta precisión, la amplitud de los movimientos verticales que pudieran ocurrir; y por último, se corona esta colosal labor, con el estudio geológico y la formación del mapa de la región de las fallas, a cuyo trabajo se dedican dos miembros del Servicio Geológico Norteamericano, ayudados por los profesores y estudiantes de geología de las Universidades de Berkeley y Stanford.

Las observaciones sismológicas se hacen en esta región, en un laboratorio especial que trabaja en colaboración con el observatorio de Mount Wilson y con el Instituto de Tecnología de California, y que cuenta con una estación central y seis estaciones foráneas, equipadas con instrumentos automáticos y aparatos para la transmisión del tiempo, por radio.

La Comisión se reúne periódicamente, invitando a varios consejeros especialistas, y se ocupa, no sólo de la discusión de los datos recogidos para las interesantes operaciones, a grandes rasgos mencionadas, sino también del estudio e investigación de aparatos nuevos, adecuados para el trabajo en cuestión, remetiéndose los resultados de las observaciones, por lo que toca a la parte geodésica, al Dr. Kimura, del Japón, que es el presidente del Comité Unido de Variación Internacional de Latitudes.

Mediante esta espléndida organización, se han registrado y se siguen registrando, los menores signos de actividad a lo largo de las fallas en la Alta California, comprobándose a cuál de ellas corresponde el origen de los distintos sismos; cuáles han estado en actividad más constante y cuáles han estado en calma.

He entrado en los pormenores anteriores para que se comprenda qué arbitrios será necesario desarrollar en todas las regiones de actividad sísmica, como la que nosotros tenemos en la parte meridional de nuestro territorio, para poder llegar a realizar el desideratum de la predicción de los temblores de tierra, en espacio, ya que en tiempo es imposible por el momento obtenerla.

(Conclue no próximo número).

O sismo de Benavente e a tentativa de organização do serviço sismológico em Portugal

por RAÚL DE MIRANDA

Assistente de Geografia Física e Física do Globo na Universidade de Coimbra
Socio da Sociedad Española de Historia Natural e da Società Sismologica Italiana

O tremor de terra de 23 de Abril de 1909 que destruiu Benavente e outras povoações limitrofes, estabeleceu o pânico nos espiritos e conseguiu por momentos vencer a inércia do governo, despertando o desejo de organizar o serviço sismológico no país, dando assim corpo a uma necessidade que esse sismo acabava de revelar duma maneira cruel.

O resultado foi improficuo; surgiu a iniciativa do Estado, mas faltou completamente a ajuda necessária daqueles a quem se havia dirigido. Os técnicos de sismologia, no continente, não existiam e assim aquela ciencia não passava de simples devaneio, mesmo para aqueles a quem devia constituir preocupação mais séria

Fizeram-se consultas aos directores dos observatorios, houve mais uma vez a troca de officios diversos e no fim, como já se fossem desvanecendo os panoramas da catástrofe, ficaram as coisas no mesmo pé, sem que esse sismo violento tivesse o condão de vivamente despertar a atenção cuidadosa duns e a solicitude que outros deveriam ter. No apendice ao "Diario do Governo" de 11 de Dezembro de 1909 (n.º 495), estão publicados vários documentos relativos à instalação dos serviços sismologicos de Portugal. O Director Geral de Instrução Secundária, Superior e Especial dirigira uma circular aos directores dos Observatorios do país e dos Açores, a-fim-de que estes se pronunciassem sobre a instalação dos serviços sismicos no país.

O sismo de Benavente, erguera as atenções do governo, não pelo interêsse de concorrer para o avanço da sismologia, mas pelo facto em si da impressão que essa catástrofe havia deixado no espirito da nação.

A ciencia sismologica não tinha então (como ainda hoje lhe falta) um núcleo no país de pessoas dadas a esse género de estudos

e assim as respostas dos directores dos observatorios, pecam quasi todas ou por ignorancia do assunto ou por acanhadas visões, o que não é menos para lamentar. Em 1900, havia adquirido o então Director do Observatorio Magnetico-Meteorologico da Universidade de Coimbra, Doutor Antonio dos Santos Viegas, um pendulo horizontal de Milne, que só em 1904 começou a funcionar. Este illustre Professor de Fisica não dedicava grande importancia aos estudos sismologicos e em carta de 2 de Dezembro de 1909, insiste novamente em que as estações sismicas se deveriam reduzir a duas (Coimbra e Lisboa), ou o máximo a três, incluindo então no Porto, uma estação de 2.^a ordem.

Anteriormente, a 30 de Abril de 1909, havia o mesmo Director do Observatorio de Coimbra, afirmado que "seria decerto útil que se desse impulso a este genero de estudos", mas no mesmo officio, mais abaixo, declara ser o país muito pequeno "não valendo a pena estabelecer um grande número de estações".

Aqui fica claramente demonstrado, não ser o mesmo director um técnico de sismologia, porquanto é sabido que a sismicidade dum país, para ser bem conhecida, precisa duma rede de estações organisada de tal forma que não só se registem os tremores fortes mas ainda fiquem igualmente conhecidos todos os tremores débeis que se originem nas zonas sismicas diversas. Sucedendo que grande parte desses tremores débeis tem uma área de propagação muito reduzida, os sismografos de Coimbra, Porto e de Lisboa, estariam fóra do alcance do movimento produzido em vista da pequena intensidade desses tremores. Ora para o estudo e conhecimento da sismicidade dum país, são de tão grande importancia os tremores fortes, como os tremores fracos, sendo estes muitas vezes que nos dão a chave de certos problemas e nos indicam o local exacto de pequenas zonas ou ilhotas sismogenicas que até aí desconheciamos.

A 5 de Maio de 1909, enviava o Conselheiro Pina Vidal, director do Observatorio Infante D. Luís, de Lisboa, um officio ao Director Geral de Instrução, no qual informava não possuir o mesmo Observatorio nenhum sismografo, nem o local se prestar à montagem desse aparelho em consequencia da pouca consistencia do terreno e da sua continua trepidação. . . Desconhecendo as zonas sismicas do país, Pina Vidal aconselhava a instalarem-se sismografos nos postos meteorologicos, numa distribuição *ad hoc et ab hac*, sem atender à localisação dos mesmos aparelhos em correspondencia com a capacidade sismica das diferentes zonas do país. Neste officio, sugere Pina Vidal a instalação de alguns, na Serra da Estrela,

Evora, Lagos e Funchal, com a mesma caracteristica, para melhor comparação dos resultados. Segundo a nota de 6 de Dezembro de 1909, enviada pelo mesmo Observatorio, este, organisaria para cooperação no serviço sismologico, «uma estação principal no local em que foi instalado o novo pavilhão magnético», estações de 2.^a ordem nos postos da Serra da Estrela, Evora, Lagos ou Faro, Funchal e Observatorio Infante D. Luís (caso o solo o permitisse) e estações de 3.^a classe, nos postos de Montalegre, Moncorvo, Guarda, Campo Maior, Cintra, Beja e Lagos ou Faro.

O aproveitamento dos postos meteorologicos para a instalação das diferentes estações sismicas era absolutamente condenavel. Primeiro, porque era sujeitar a instalação dos sismografos, a uma distribuição que nada tinha de ver com a sismicidade do país; segundo, porque sendo o serviço sismologico muito mais difficil e minucioso, o pessoal dos postos meteorologicos não tinha capacidade para executar o trabalho necessário que lhe advinha do funcionamento dos sismografos, nem mesmo para tratar com os sismoscopios, que Pina Vidal propunha como sendo os aparelhos adequados às estações de 3.^a classe.

Na mesma nota, se declara, ter-se feito a encomenda de sete sismoscopios electricos de duplo efeito, à casa Fascianelli, de Roma, achando-se a essa data um já a funcionar no mesmo Observatorio. Pina Vidal, embora quizesse concorrer para a instalação dos serviços sismicos no país, fizera-o desastradamente. Os postos meteorologicos, sede das estações sismicas, era um absurdo a todos os motivos incompreensivel. Se um ou outro posto poderia coincidir com alguma zona sismica, a quasi totalidade dos postos meteorologicos encontrava-se em regiões *asismicas*. Não havia razão justificativa para a instalação dessas estações, a não ser, servir o mesmo pessoal dos postos meteorologicos e por conseguinte, prevalecer o principio economico, que em materia de investigação scientifica, nem sempre é para atender em lugar primacial.

Câmpo Rodrigues, então director do Real Observatorio Astronomico de Lisboa, enviava em 30 de Abril do mesmo ano, ao Director Geral de Instrução Secundaria, Superior e Especial, um officio, no qual comunicava ter adquirido um tromometro de Bosch, sistema Milne-Omori, com modificações introduzidas pelo Dr. Hecker, o qual, pouco depois, sofria uma avaria, motivada pelo rebentar duma mola que o inutilisou por algum tempo.

A 10 de Maio, Afonso Chaves, o sábio illustre que honrou o país como Director do Serviço Meteorologico dos Açores, enviava

à Direcção Geral de Instrução um officio onde mencionava os aparelhos adquiridos para o estudo da sismologia açoreana, aparelhos esses constituídos por dois sismografos Milne (registo fotografico), quatro Bosch e três sismoscopios de Cancani. Sobre a organização sismologica em Portugal, nada dizia, em virtude da circular da Direcção Geral de Instrução, lhe parecer não o autorizar. Tal é o estado da sismologia no país, em 1909, quando o sismo de Benavente, destruindo e arrasando algumas povoações, foi contudo impotente para se organizar no continente o serviço sismologico de que ele necessitava e que hoje ainda espera a sua efectivação.

Abafara-se o ruido das derrocadas, não ecoavam já as lamentações dos sinistrados e o interêsse das instancias superiores amortecia gradualmente, como as ondulações que mais e mais se afastam do seu centro de propagação. Os directores dos Observatorios do continente, não propunham uma rêde de estações, baseada num estudo da sismicidade do país. Falava-se vagamente, mas não se concretisava um plano baseado num estudo sério e cuidado. Tudo se resumia, afinal, uma vez mais, na troca de officios e circulares, que tem sido o grande argumento a favor da inercia nacional.

Faltava alguém que elaborasse um projecto de organização da rêde sismica e as pessoas que à frente dos observatorios se encontravam, competentes em outros ramos da ciencia, não tinham em sismologia conhecimentos profundos e muito menos sabiam quais eram no país, as zonas sismicas cujo comportamento reclamava a instalação das diferentes estações.

Perdera-se uma ocasião de efectuar alguma coisa de positivo em beneficio da sismologia portugûesa. E despresada essa ocasião magnifica, ficamos novamente à espera que algum tremor de terra violento, seja sufficiente para dar o impulso necessário e quebre de vez com as peias que teem impedido a organização do serviço sismologico em Portugal.

Só assim, por algum fenomeno catastrophico, mais intenso ainda do que o de Benavente, se poderão vencer as resistencias diversas e a inercia caracteristica que hão impedido duma maneira insofismavel o estabelecimento da rêde sismica no continente portugûês.

Vulcanismo dos Açores

Vista geral

por MAJOR JOSÉ AGOSTINHO

Director do Serviço Meteorológico dos Açores

A crosta da Terra, na região medi-atlântica setentrional, está notavelmente elevada acima do fundo do Oceano, formando o chamado *doiso* do Atlântico de que os Açores ocupam a parte média e mais larga. Faltam-nos medidas de gravidade que permitam ajuizar da distribuição das densidades e conjecturar sobre a natureza desse extenso lombo de que a carta representada na figura 1 indica o contorno limitado pela curva batimétrica dos 4000 metros.

De positivo apenas sabemos que êle é continuamente abalado por movimentos sísmicos que denotam a sua instabilidade, uma região onde um processo orogénico se está seguindo, embora sem a violência manifestada noutras regiões do globo. Na mesma carta estão indicados os epicentros dos sismos registados no Atlântico Norte, entre 25° e 60 graus de latitude e 5° e 60° de longitude, nos anos de 1918 a 1927 (1), para evidência da nossa afirmação que, aliás, não é nova.

No que diz respeito à zona mais restrita ocupada pelo arquipélago açoreano a outra carta (fig. 2) revela a existência dos seguintes acidentes tectónicos que já apontámos noutro lugar (2):

a) dois movimentos de afundimento, dirigidos de sul para norte, indicados pelas duas setas, deixando entre si um *horst* que constitui a base do banco do *Princesse Alice*.

b) uma linha de fractura, marcada pelas letras A B D C, proveniente decerto da resistência oferecida pela região ao norte do arquipélago aos afundimentos referidos. Essa linha de fractura é balizada por uma série de fossas marinhas, indicadas no mapa, das quais a mais importante é a fossa do *Hirondelle* (3509 m) (3).

Sôbre esta linha de fractura se encontra toda uma série de vulcões que parecem ter sido constituídos basilarmente, em grande parte pelo menos, por expulsões mais ou menos serenas de mate-

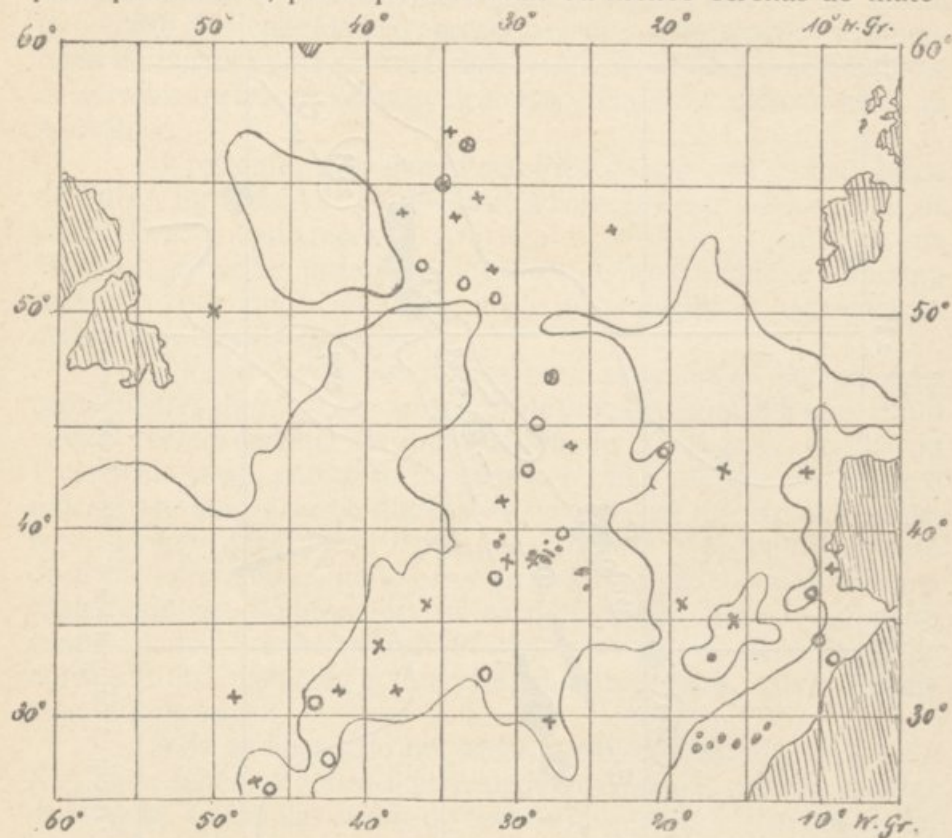


FIG. 1—Epicentros dos sismos registados no Atlântico Norte de 1918 a 1927 (segundo as publicações da Associação Britânica para o Avanço das Ciências).

X sismo único.

o mais de um sismo no mesmo lugar.

* muitos sismos no mesmo lugar.

A curva batimétrica traçada é a dos 4000 metros.

riais ácidos, formando-se as caldeiras típicas de que nos ocuparemos mais tarde e se encontram já descritas por vários auctores (4). Os materiais básicos encontram-se aí quasi sempre ligados a erupções nitidamente epigónicas.

As ilhas que assentam sôbre esta fractura e que apresentam, todas, as caldeiras características são: S. Miguel, Terceira, Graciosa e Corvo. No mapa as caldeiras estão representadas por círculos.

Das outras cinco ilhas, as duas extremas, Flores e Santa Maria, assentam nas zonas até hoje consideradas as mais estáveis

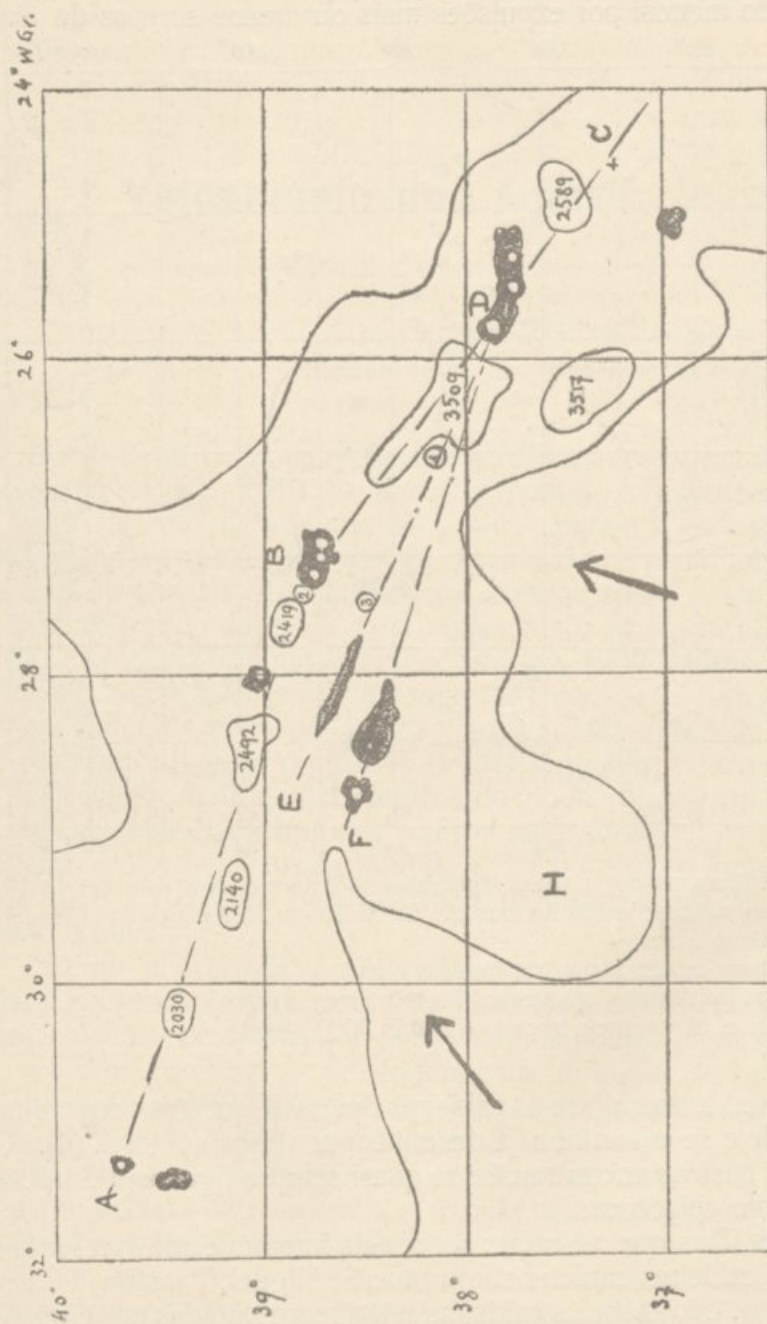


FIG. 2—A curva batimétrica é a dos 2000 metros.

do arquipélago. Os seus vales profundos atestam um largo período de repouso. Delas viremos a ocupar-nos. Flores tem abundância de materiais ácidos, formando cúpulas, morros, etc. Santa Maria tem como particularidade o apresentar extensas formações sedimentares de mistura com os materiais vulcânicos. Êsses sedimentos, deslocados pelas erupções vulcânicas, têm sido classificados no miocênico.

As restantes tres ilhas, Faial-Pico de um lado e San Jorge do outro, formam dois cordões vulcânicos, quasi paralelos, onde os sinais da actividade recente são patentes por toda a parte. A sua situação, entaladas por assim dizer entre o *horst* citado e a fractura que corre ao longo do limite norte do arquipélago, explicará de certo modo essa disposição.

S. Jorge é constituída por uma acumulação de materiais provenientes de erupções ao longo de uma extensa falha que, como vamos ver, se estende até junto da ilha de S. Miguel. A ilha do Pico, mais larga, parece formada pelo mesmo modo e nela existe o único cone vulcânico de dimensões gigantescas que há no arquipélago, o Pico (2275^m) (5). Faial, que constitui um prolongamento do Pico, apresenta contudo como principal acidente vulcânico uma caldeira do tipo daquelas que se encontram nas ilhas do primeiro grupo citado. A existência desta caldeira, nesta situação, longe de constituir um obstáculo à interpretação das outras, talvez auxilie essa interpretação.

Tendo as ilhas sido povoadas apenas em meados do século XV, nada sabemos sôbre a actividade vulcânica manifestada antes dessa data. O simples exame do terreno revela-nos porem que ela foi importante, em tempos não muito recuados, nas ilhas de S. Miguel, Terceira, Graciosa, S. Jorge, Pico e Faial, as mesmas (com excepção da Graciosa) onde se têm dado erupções vulcânicas do século XV para cá.

O vulcanismo submarino é-nos em grande parte desconhecido nas suas manifestações. Chaves publicou a tal respeito um estudo exaustivo (6) que temos procurado completar e que nos levou ás conclusões seguintes: As erupções submarinas — algumas datando dos nossos dias — têm-se dado, ou na proximidade imediata do vulcão das Sete Cidades, na ilha de S. Miguel, que é a nosso ver o centro vulcânico mais importante e activo de todo o arquipélago, ou então em linhas que convergem para êsse vulcão.

Essas linhas, que estão marcadas com as letras B D, E D e F D, no mapa (fig. 2) revelam um facto que até agora tinha es-

capado. E' que as ilhas de S. Jorge, por um lado, e Faial-Pico, por outro, não têm uma disposição paralela à directriz WNW-ESE do arquipélago, como à primeira vista parece: elas têm na realidade uma disposição convergente e as erupções submarinas de 1720 (1), de 1907 (2) e de 1867 (3) (7), as únicas de situação definida, sucedidas fóra das imediações do vulcão das Sete Cidades, deram-se em pontos que se encontram sôbre as citadas linhas.

NOTAS

(1) V. «Catalogue of Earthquakes 1918-1924» e «The International Seismological Summary», publicações da Associação Eritânica para o Avanço das Ciências.

(2) Revista «Labor», n.º 8.

(3) O nome desta fossa e o do banco atrás citado recordam os nomes dos dois navios de explorações oceanográficas pertencentes ao falecido Príncipe Alberto de Mônaco, seu descobridor.

(4) V. entre outros trabalhos: Webster, «A description of the island of St. Michael», Boston, 1821; Hartung, «Die Azoren», Leipzig, 1860; Fouqué, «Voyages géologiques aux Açores», Paris, 1873 (publ. na *Revue des Deux Mondes*); e Friedlaender, «Die Azoren», in *Zeitschrift für Vulkanologie*, Bd. XII, p. 77.

(5) A altitude do Pico foi determinada por Chaves em 1892 com um barómetro de Goldschmid, em duas ocasiões diferentes. E' a medida mais rigorosa que até hoje se tem feito dessa altitude. V. «Arquivo dos Açores», XII, p. 248.

(6) F. A. Chaves, «Erupções submarinas nos Açores», Lisboa, 1915.

(7) Os números aqui indicados entre parêntese referem-se a posições marcadas no mapa da fig. 2. Acerca do lugar da erupção de 1720, temos procurado reunir todos os dados para a sua determinação tanto quanto possível exacta, tanto mais que tudo nos leva a crer que aí tenha subsistido um baixo que poderá porventura oferecer perigo à navegação. Cotejando dados e indicações numerosas e de várias espécies fomos levados à conclusão que a erupção se deu aproximadamente na lat. 38° 16' N. e long. 26° 37' W. Gr.

A carta do Atlântico, que apresentamos, com a curva batimétrica dos 4000 metros, foi feita sôbre a *Carte générale des Océans*, publicada sob os auspícios do Príncipe Alberto de Mônaco, folhas A 1 e B 1.

A carta dos Açores, com a curva dos 2000 metros de profundidade, foi extraída da *Carte bathymétrique des îles Açores*, par M. J. Thoulet, com correcções posteriores.

Bibliografia

Nesta secção dar-se-ha noticia critica de todas as obras de que nos seja enviado um exemplar

Arquivos de Dermatologia e Sifilografia (Coimbra) Directores Doutores A. da Rocha Brito e Miguel Marcelino de Moura. Pag. 155-177×230.

Recebemos com o maior agrado a visita desta notavel publicação, dirigida por dois homens de Ciencia de qualidades invulgares.

Abre este número, excelentemente apresentado, com um estudo do grande dermatologista e sifilografista Doutor Rocha Brito, Professor dos mais competentes da Universidade de Coimbra, trabalhador incansavel e médico distintissimo. O Doutor Rocha Brito que se tem entreg do com um labor constante ao grave problema da lepra, que tem agitado a opinião publica, pela palavra e pela escrita, merece de nós todos o maior respeito e é merecedor de que todos o auxiliem na sua humanitarrissima tarefa.

Nós que sabemos bem os sacrificios que representa a publicação duma revista scientifica, é com a maior simpatia que vemos aparecer os *Arquivos de Dermatologia e Sifilografia* que vem mais uma vez demonstrar a alta competencia e iniciativa do Prof. Doutor Rocha Brito e é mais um baluarte onde este Professor sem exhibicionismos, vai continuar a sua mis-

são de combatente dum dos maiores flagelos e das terriveis doencas.

Nós que apreciamos os homens pelo bem que praticam, não podemos deixar de elogiar como merece a obra do Professor Rocha Brito.

Este número que inicia a Historia da G. faria de Coimbra do mesmo Professor, insere dois estudos dos Doutores Lucio de Almeida e Uriel Salvador.

Trata-se pois duma publicação imensamente util que é necessário sustentar e que todos e especialmente as entidades officiais não poderão esquecer.

R. de M.

Atlas Internacional das Nuvens e dos Estados do Céu (Publicação do Serviço Meteorologico do Ministério da Marinha) 2 volumes—Estampas (41) e Texto (40 pag.). Lisboa 1931. 240×320.

O estudo das Nuvens, um dos mais complexos assuntos da Meteorologia tem preocupado os mais eminentes meteorologistas que a esse assunto se hão dedicado com fervor.

Diversos atlas de Nuvens se haviam publicado sendo o atlas internacional de Hildebrandson

o que geralmente era seguido até aqui nos observatórios.

Redigido modernamente um novo atlas pela comissão internacional para o estudo das Nuvens, foi feito deste, um atlas reduzido, o qual tem sido publicado em vários idiomas.

O Director do Serviço Meteorológico da Marinha, o eminente meteorologista Comandante Freitas Morna, vertendo para português esse atlas reduzido, prestou um serviço de grande merecimento. Este atlas que é duma perfeição gráfica absolutamente comprovada, vai servir nos diversos observatórios como um guia excelente para a classificação e comparação das nuvens.

O cuidado posto na tradução do texto e na reprodução das gravuras, honra não só os serviços da Marinha como igualmente torna credor o Comandante Alvaro Morna do reconhecimento de todos os que à ciência meteorológica por amorismo ou profissionalismo a ela se consagram.

R. de M.

Publicações periódicas recebidas pela "Terra"

A Ideia Livre (Anadia)—N.^{os} 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195 e 196.

Anais do Instituto Superior de Agronomia (Lisboa)—Volume IV, Fasc. I, II e III.

Arquivos de Dermatologia e Sifilografia (Coimbra)—N.^o 1.

Biblos (Coimbra)—Vol. VIII, N.^{os} 9, 10, 11 e 12.

Broteria (Lisboa)—Vol. XIV, N.^{os} 5 e 6.

Bulletin Bibliographique Trimestriel de l'Union Geodesique et Geographique Internationale (Section de Séismologie) Strasbourg. N.^o 7.

Iberica (Barcelona)—N.^{os} 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930 e 931.

La Géographie (Paris)—Janvier, Février, Mars, Avril, Mai.

Linha Geral (Leiria)—N.^{os} 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33.

Memorias e Estudos do Museu Zoologico da Universidade de Coimbra (Serie I N.^o 55 e Serie I N.^o 1, Fasc. VI).

Pensamento (Porto)—N.^{os} 25 e 26.

Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Fisico-Quimicas y Naturales de Madrid. Tomo XXVIII 1, 2 e 3.

Revista da Faculdade de Ciencias da Universidade de Coimbra. Vol. I. N.^{os} 1 e 2. Vol II. N.^o 1.

Homens e Factos

A erupção do vulcão da Reunião em 1931

Em Janeiro de 1931 deram-se as primeiras manifestações da erupção que segundo A. Kopp, director da estação agronómica da ilha da Reunião, foi o início da maior até hoje observada, desde a colonização da ilha.

Até 14 de Junho desse ano as erupções foram bastante descontínuas, resumindo-se como vulgarmente acontecia, à emissão de vapores e pequenas correntes de lavas. Mas, a partir desta data, a actividade aumentou, não ultrapassando contudo a intensidade e os caracteres das erupções anteriores.

Por meados de Julho depois do semi repouso que seguiu a queda do *Cheveux de Pelé* para a planície dos Cafres, uma nova erupção acompanhada de clarões com projecções de *Cheveux de Pelé*, e fortíssimas emissões de lavas a partir de 20 do mesmo mês. A emissão de lavas foi quasi continua até 16 de agosto, atingindo o mar por quatro vezes, onde alcançou cerca de um quilómetro de largura, com uma espessura média de três a quatro metros, aumentando para o declive que dá saída à planície dos *Osmondes*, podendo avaliar-se o seu volume em cerca de 125 milhões de metros cúbicos.

A missão de que fazia parte A. Kopp, observou esta erupção nos dias 29 a 31 de Julho, do Bois Blanc a 1.300 metros de altitude e

a menos de um quilómetro de distância.

O «Enclos» pode considerar-se uma grande caldeira ocupada inteiramente pelo *Piton de la Fournaise* com excepção duma estreita faixa ao Norte, ocupada pela planície dos *Osmondes*.

A cratera em actividade ainda não era conhecida, dando-lhe a missão o nome de cratera Haug, em honra do falecido geólogo E. Haug.

Esta cratera encontra-se a cerca de 50 metros acima da planície dos *Osmondes*, e a uma altitude entre 1.200 e 1.300 metros, constituída por dois cones encaixados um no outro. O inferior, abatido, elevando-se do flanco da *Fournaise* constituído por lavas e o segundo por detritos, com uma altura aproximadamente de 100 metros, mas muito danificado para nordeste.

Durante a observação, as explosões e as projecções de chamas, eram muito rápidas, algumas vezes cerca de 12 por minuto, projectando a cerca de 100 metros de altura pedras ou lavas que se solidificavam no ar, caíndo raramente fóra do cone de detritos. Um fenómeno interessante é a regularidade que existe no aumento das explosões tanto em frequência como em intensidade pelas 17 horas e a sua diminuição por volta das 3 para as 4 horas da madrugada.

No flanco do cone inferior existem duas fendas, sobrepostas, sendo interessante notar que as

lavas saiem habitualmente pela inferior, mas se, por qualquer motivo esta se vier a obstruir, ou se a emissão se retardar, imediatamente a superior, até então inerte, começa, depois de algumas projecções de pedras e chamas, a funcionar. Pode dizer-se que o papel desempenhado por esta ultima, não é mais do que uma espécie de valvula de segurança.

No dia 30 de agosto a um quilómetro da cratera, a corrente de lavas que corria na planicie dos *Osmondes*, tinha perto de 40 metros de largura com uma profundidade de 3 a 4 metros, e em alguns pontos muito mais, com uma velocidade média comparada à do Rhodano em Valência em ocasião de cheia.

Nas margens da corrente, a lava que solidifica bastante depressa, corre pouco depois, entre duas margens escarpadas que se elevam continuamente. Mas a cada nova emissão, são arrancados grandes blocos da lava solidificada, flutuando e entrechocando-se uns com os outros, dando a impressão da descongelação subita duma ribeira.

As lavas são bastante fluidas, escuras, do tipo "Gratonne" muito ricas em olivina, dando uma areia, rica neste mineral depois de alguns dias de contacto com o mar. M. Jean Maurice, compara estas rochas aos oceanitos de Lacroix.

Esta erupção se por um lado se aproxima pelas suas explosões do tipo stromboliano e, pela fluidez das suas lavas, do tipo harvaiano, não deixa no entanto de ter um caracter proprio.

Durante a sua duração a climatologia da ilha foi bastante transformada, não só pela abundante queda de chuvas fora da estação, mas principalmente pelo que res-

peita aos ventos.

Um facto a registar é que durante a erupção nenhum sismo se sentiu.

A. D. Guimarães.

Da revista: *Terre Air Mer.*

La Géographie

Revue mensuelle publiée par la Société de Géographie et la Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales. — Paris—Tomo LVII—Janeiro de 1932.

Erupção do Etna

Segundo noticias de Catania, publicadas pelo diário de N. poles "Il Mattino" o Etna está numa intensa fase de actividade.

Na noite de 17 de Março o vulcão visto de Catania ou melhor de Torrimina e outros pontos, deu às pessoas que o observavam um espectáculo d'aqueles que só a natureza pode proporcionar.

Da boca da cratera saíam chamas de quando em quando, que projectando-se nas cinzas do penacho de fumo as avermelhavam. Ouvem-se explosões, motivadas pela expansão dos gases, atirados a grande altura, transformando as bombas numa chuva de partículas ardentes. Os sismografos registam abalos acompanhados de ruidos subterrâneos.

Frequentes rolos de fumo saem da boca de N. E., dando origem a cinzas finissimas espalhadas pelo vento. No bordo da cratera em erupção, na parte compreendida entre ela e a central, produziu-se o abatimento duma crista, com cerca de 50 metros de largura, que deu lugar a um grande lançamento de lapilli, aparecendo ultimamente numerosas fumarolas com

os seus característicos penachos de fumos brancos.

O mōnte Etna está recoberto em parte pela neve, sendo agora a sua alvura, substituída por uma cōr cinzenta devida à mistura com as cinzas.

Segundo a opinião do professor Ponte, director do observatório Etneo, baseada nas observações em volta da cratera e nos dados instrumentais, não apresenta no momento actual caracteres perigosos.

Apesar da opinião anterior, é bom ter presente a erupção de 1918, e ainda as erupções doutros vulcões como a do Krakatôa e Montanha Pelada.

A. D. Guimarães

Da revista: «Iberica» de Barcelona, n.º 924 — 16 de abril de 1932.

A erupção do Katmai

A explosão do Krakatôa nos fins do seculo passado, deixou na memoria de todos uma impressão de colossal magnitude.

Pois neste seculo uma erupção ainda maior, teve lugar no ano de 1912, na península de Alaska.

O vulcão Katmai manifestou a sua actividade por uma forma verdadeiramente notavel.

Mais de vinte mil milhões de metros cubicos de pedra pomes foram lançados pela cratera, indo parte das cinzas cair a uma distancia de 1400 quilometros. Os materiais vulcanicos cobriram uma área enormê, depositando-se com uma espessura que variava entre 25 centimetros e 3 metros.

As cinzas mais finas espalharam-se na alta atmosfera produzindo varias mudanças na climatologia.

O chefe da missão científica da Sociedade de Geografia da America do Norte, Sir Griggs, que estudou essa erupção, declarou que se ela se houvesse realisado no Vesuvio, a cidade de Nápoles ficaria sepultada sob 5 metros de cinzas e as detonações ter-se-iam sentido em Paris; Roma veria o seu solo coberto com 30 centimetros de cinzas e os fumos ter-se-iam notado em Cristiania.

Felizmente que a região do Katmai é uma zona desertica e as cinzas foram fertilisar especialmente terrenos situados a mais de 100 quilometros do vulcão.

Tal é o que Salazar Salinas nos indica, no seu excelente livro de Geologia, em 1928 publicado.

R. de M.

Colaboração

Dão-nos neste numero a honra da sua colaboração em artigos do mais alto interesse, os Ex.^{mos} Srs.:

Major José Agostinho—Director do Serviço Meteorológico dos Açores; Doutor Luiz Schwalbach—Professor da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa; Doutor Edmond Rothé—Director do Instituto de Fisica do Globo de Strasbourg e Professor da Faculdade de Ciencias de Strasbourg.

Os nossos sinceros agradecimentos.

R.

Vária

A investigação Científica em Portugal. No passado, no presente e no futuro

Addenda et corrigenda

por DR. ADRIANO GONÇALVES DA CUNHA

Assistente da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
e Investigador do Instituto Rocha Cabral

Depois de publicada a primeira parte do nosso artigo, notámos que algumas coisas tínhamos a corrigir, outras a aumentar. Devemos no entanto prevenir de que não nos moveram quaisquer animosidades nas deficiências que podem ser notadas, antes tentámos dar uma resenha tanto quanto possível fiel do grande labôr dos naturalistas portugueses, que, do fundo do despreso nacional pelos seus estudos, algumas compensações teem no entanto recebido dos meios científicos estrangeiros.

A parte mais deficiente do nosso artigo, foi sem dúvida a que se refere à actividade dos trabalhadores do Porto. Falta de informação e nada mais. Formado em Coimbra e assistente em Lisboa, faltáram-nos informações do movimento científico daquela cidade, de que contritamente nos penitenciamos. É certo que sempre nos mereceram a maior consideração os trabalhos dos profs. **Salazar, Mendes Corrêa, J. A. Pires de Lima, Gonçalo Sampaio, António Machado** e tantos outros. Mas devemos fazer notar que citámos principalmente revistas científicas e laboratórios. Daí a nossa falta de pormenorização dos trabalhos dalguns dos naturalistas.

Ao sr. engenheiro **Rui de Serpa Pinto**, nosso presadíssimo colega do Instituto de Antropologia do Porto, cabe neste lugar agradecer a gentileza das valiosas informações que nos quis prestar para que pudéssemos fazer justiça ao labôr científico da Cidade Invicta. E correspondendo a essa gentileza, faremos, além de outras, a reparação dessas omissões.

Citámos, na primeira parte do nosso artigo, a *Revista de Antropologia*. Devemos dizer, melhor informado, que essa revista não existe. O que existe, sim, é uma revista intitulada *Trabalhos da Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnografia* publicada no Porto por esta Sociedade que é presidida pelo prof. **Mendes Corrêa** e de que é presidente de honra o prof. **Leite de Vasconcelos**. Nesta revista teem sido publicados numerosíssimos e valiosíssimos trabalhos da especialidade, muitos deles saídos do *Instituto de Antropologia do Porto*.

Os trabalhadores deste Instituto, mostrando bem claramente a sua grande actividade científica, teem ainda publicado os seus trabalhos em numerosas revistas portuguesas e estrangeiras, podendo nós destacar, entre as primeiras, os *Anais da Faculdade de Ciências do Porto*, da direcção do eminente homem de ciências **Gomes Teixeira**, glória das matemáticas portuguesas, e o *Arquivo da Repartição de Antropologia criminal, psicologia experimental e identificação civil do Porto*, que o grande trabalhador **J. A. Pires de Lima** dirige, com o amor à investigação que teem sempre caracterizado a sua vida de anatómico distinto.

Em Coimbra, no campo da Antropologia, tem-se publicado as *Contribuições ao estudo da Antropologia portuguesa* e não a *Revista de Antropologia*.

Devemos ainda dizer que, saído do âmbito estreito da rotineira caracte-

ristica do nosso meio, acanhado e sorna, não só as revistas portuguesas passaram de ha muito as fronteiras, efectuando numerosas trocas com as suas congéneres das cinco partes do mundo, mas ainda muitos dos investigadores portugueses tem publicado trabalhos em revistas estrangeiras ou concorrido com os seus trabalhos científicos a numerosos congressos internacionais, realizados tanto no país como no estrangeiro.

Citaremos ainda outras publicações dos naturalistas portugueses, a que não fizemos referência atraz por só terem começado a publicar-se no ano transacto. Estão neste caso a *Revista da Faculdade de Ciências de Coimbra* e os *Arquivos do Museu Bocage*. E finalmente, citaremos ainda a *Revista Portuguesa de Botânica pura e aplicada*, em organização e que é de iniciativa particular.

Na parte referente à investigação científica nas colónias, cumprenos ainda referir os trabalhos admiráveis das missões geológicas de Angola e Guiné e alguns serviços relevantes prestados pelas missões de engenheiros agrónomos.

Num livro que obsequiosamente nos foi ha pouco enviado pelo sr. prof. **J. A. Pires de Lima**, a quem egraderemos pênhoradamente a gentileza, encontramos passagens que condizem absolutamente com a nossa forma de pensar. Trata-se do livro *Fora da aula*, magnífica colectânea de bem elaboradas crónicas. Logo nas palavras que abrem o livro à guisa de introito, diz o seu autor, que tem sido um dos grandes impulsionadores da investigação científica em Portugal e o creador duma pleiade brilhante de investigadores:

«Pretendo demonstrar que em Portugal existe um núcleo, reduzido mas valioso, de trabalhadores, que são capazes de honrar a sua Pátria no campo científico.

«O estado deverá aproveitar essas competências, fomentando largamente a sua actividade. Com o seu esforço é que se creariam as verdadeiras universidades, que deverão ser, acima de tudo, as orientadoras da nossa cultura».

Mas o estado não aproveita nada. Mal lhe chega o tempo para resolver as alcavalas políticas, que não lhe deixam sequer entrever a existência dos problemas vitais da nacionalidade. A burocracia continúa alheia ao trabalho intellectual, num desleixo pecaminoso e inaudito. Basta citar o que se passou com o grande histologista portuense prof. **A. Salazar**, um modelo de lutador baqueado em plena luta, caso que tão justamente foi verberado pelo prof. **Pires de Lima** num seu folheto intitulado *Na infância da investigação científica*.

E no entanto, como muito bem diz ainda o citado professor, no seu já referido livro *Fora da aula*, cap. III:

«Vê-se pois que ha uma ciência portuguesa, ainda hesitante certamente, mas com grandes probabilidades de progredir; para que tal suceda, devem antes de mais nada os altos poderes do Estado chegar a compreender que não é a actividade material que faz maiores os povos. Veja-se o exemplo bem recente da Alemanha: quem diria ha dez anos que o Kaiser haveria de fugir e que seria prêso Krupp? Caiu o colosso germânico, mas serão sempre triunfantes os altos valores espirituais — Beethoven e Goethe, Koch e Roentgen».

E basta. Isto é já suficiente para mostrar que o que se trabalha em Portugal no campo científico é apenas produto de muito boa vontade e muita iniciativa pessoal, a despeito do absoluto desinteresse das instâncias officiais para quem só tem havido chafaricas em vez de laboratórios e caciques em lugar de investigadores.

Janeiro de 1932.

Fenómenos Cíclicos

por DOUTOR LUIZ SCHWALBACH

Professor de Geografia na Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa

Cotejadas as longas fases de transformação dos compartimentos da crusta terrestre com os rápidos períodos de evolução da vida humana, averiguamos que certas expressões se aplicam indiferentemente às duas categorias de fenómenos. Paisagens juvenis e senis correspondem a fisionomias de adolescente e de ancião.

Imaginemos que um território aparece toucado pelas múltiplas linhas de decrepitude, que quer dizer, que ingressou na idade da gliptogénese: permanecerá sob esta facies ou à semelhança do Fausto de Goethe desabrocharão nêle as energias precisas para rejuvenescer, metamorfoseadas as carcumidas verrugas em posantes degraus por onde jorrem as torrentes ainda estranhas ao actual nível de base? E, nesta última hipótese, os primórdios coincidirão perfeitamente com tôdas as modalidades das anteriores fases de infância?

A paleogeografia revela-nos que em diversas regiões houve a repetição dos mesmos acidentes, dispostos em séries, de modo a permitir a organização de ciclos, subdivididos em períodos assaz análogos.

Entretanto não iremos pairar sôbre o exagerado actualismo de Lyell, visto admitirmos que, de ordinário, surdem novos pormenores e em número suficiente para alimentarem uma feição peculiar, embora se mantenham os traços fundamentais.

Geógrafos, bem escorados nos trabalhos de W. Davis; forçejaram por lóbrigar fenómenos cíclicos à superfície do planeta, mas às vezes sossobraram no exagêro, porquanto deram como definitivos alguns mapas paleogeográficos de países, onde se avolumam as incertezas àcêrca das vicissitudes experimentadas nas eras geológicas.

O princípio de actividade, admiravelmente descrito por J. Brunhes na *Géographie Humaine*, confirma-se igualmente em todas as regiões; no entanto há distritos do globo que estrugem na maior agitação, patenteando sobejamente num curto período a veracidade de tal princípio. Assim, variará de compartimento para compartimento a duração dos ciclos geomorfológicos, incluídos necessariamente nestas considerações os factores climáticos. Quantas vezes não confinam os modelados de juventude, de maturidade e de velhice, podendo até coexistirem no mesmo território, como sucede nos Aleganis, na Serra da Estrêla, etc.

Nos fenómenos vulcânicos não é raro observar-se um certo ritmo,—o que influiu na adopção de teorias astronómicas; atribuiu-se um significado especial à grandeza das manchas e das protuberâncias solares. Em potamologia e em limnologia é corrente a designação de ciclo vital, denunciada em certos casos a travessia de ciclos sucessivos pelos terraços que marginam estes acidentes da paisagem.

O estudo das acumulações eólicas também levou a distinguir idades nas dunas, ressaltando quasi sempre uma uniformidade de evolução; idênticas conclusões se delinearão pelo exame dos glaciares.

Quanto aos ciclos climatológicos, teremos de atender às variações geológicas, que abrangem extensos períodos da História da Terra, e às variações seculares, de breve duração.

Como explicar as primeiras? Assumirão na realidade o aspecto cíclico?

O professor norte-americano M. Forbes, firmado em experiências sobre a radioactividade, declarou que aproximadamente de 210 em 210 milhões de anos o planeta era flagelado por invasões glaciárias. Base frágil para tão arrojadas conclusões, sem o menor comentário acerca da localização destes fenómenos.

A precessão dos equinócios, as mudanças na inclinação da eclíptica, a passagem da Terra por zonas mais frias do Universo têm servido de alicerce para hipóteses geoplanetológicas, já que para muitos autores pareçam insuficientes as causas propriamente geográficas, como, por exemplo, a elevação de grandes sistemas montanhosos, as modificações na distribuição dos continentes e dos oceanos, etc.

Há numerosas mudanças seculares dos climas que foram incluídas nos fenómenos cíclicos. Além das oscilações estacionais, definidas conforme o país pelas diferenças de temperatura, de plu-

viosidade ou de direcção das correntes eólicas, citaremos os conhecidos ciclos de Bruckner, espaçados por uns 35 anos: Hann e Richter confirmaram a existência destes períodos.

Penetrando nos domínios da biogeografia defrontamos mais uma vez com as tentativas para descobrir um ritmo na sucessão dos fenómenos. Cowles, ao descrever algumas paisagens dos Estados Unidos, através das eras geológicas, refere-se a ciclos vegetativos; teremos, porém, de examinar cuidadosamente as copiosas interdependências, visto actuarem com energia os agentes climatológicos e ainda a intervenção humana.

Dentro da antropogeografia pululam as manifestações cíclicas. Lembremo-nos da movimentação rítmica dos pastores que vivem nas paragens montanhosas, ora acantonados nos sopés, ora nas vertentes das bossas orográficas; das deslocações dos guardadores do gado lanígero nos planaltos da Meseta Ibérica; das vicissitudes sofridas pelas aglomerações humanas, para o que bastará citar as cidades de Alexandria, de Veneza, de Bruges. . .

Não atrofiemos, entretanto, as nossas iniciativas sob a obcecação de que é inútil qualquer esforço para esmaltar a vida terrestre com uma nova facies; embora se repitam as mesmas idades, dentro delas há o espaço suficiente para recrudescerem, livres de atritos, as mais variadas paisagens geográficas, sínteses das unidades geomorfológicas, climatológicas, biogeográficas e antroposociais.

Vulgarização

O fenómeno sísmico

Estudado, ainda que a traços muito gerais, o fenómeno vulcânico, vamos hoje tentar abordar outros fenómenos não menos curiosos — *os fenómenos sísmicos*. O seu estudo reveste para nós capital importância, dada a frequência com que por êles somos visitados, por vezes infelizmente com bem lamentáveis conseqüências. Basta recordar o sismo de 1755 que vitimou cerca de 30.000 pessoas, o de Benavente em 23 de Abril de 1909, ainda na memória de todos e, mais recentemente, o de 31 de Agosto de 1926, que tantos e tão grandes prejuizos causou nos Açôres; e, a acrescentar a isto, o facto de, no curto espaço que decorreu de 1920 a 1930, quarenta tremôres de terra se terem feito sentir em Portugal. Basta isto para que plenamente se justifique a necessidade imperiosa de divulgar os assuntos que à sismologia dizem respeito.

Nas colunas de «A Terra» já o nosso director dr. Raúl de Miranda abordou o problema das construções anti-sísmicas e salientou o facto, infelizmente tão possível, de estar Lisboa sob a ameaça duma catástrofe. Mas nunca é demais insistir que essa catástrofe, que dum momento para o outro pode surgir, amanhã, hoje, neste mesmo instante, e que, a surgir, causará sem dúvida grande número de vítimas, é inevitável e certo; porém, poderiam os seus efei-

tos ser até certo ponto atenuados, se não fôra a incúria, a incompetência e o desleixo de quem cõscio dos seus deveres, tinha por obrigação pugnar pela segurança pública. E' que, mêmso nos tremôres de terra particularmente violentos, raras vezes os seus efeitos geológicos são apreciáveis; raras vezes êles são, por si só, capazes de provocar as grandes catástrofes que tantas vezes os acompanham. O que é mais tétrico e mais penoso é o facto de a maioria, a grande maioria das vítimas, ser causada pela ignorância que preside à maioria das construções e pela falta de cuidado com que se procura evitar o perigo de alastramento de incêndio.

Até há pouco, diga-se em holocausto à verdade, o mal era geral; no grande tremôr de terra do sueste do Japão em 1 de Setembro de 1923 «mais de 95 % das perdas de edificios foram causadas pelo fogo ateado pelo primeiro abalo» afirma-o o professor A. Imamura. Mas, enquanto que lá fôra se tem posto em prática o que a experiência e a observação indicam como melhor nas construções anti-sísmicas, que se tem feito entre nós?

Já em 1925 o distinto professor da Universidade de Coimbra dr. A. Ferraz de Carvalho afirmava: (1)

(1) *Estudo actual dos tremôres de terra*. Coimbra, Imprensa da Universidade, 1925.

«Temos em Portugal ou na sua vizinhança zonas sísmicas em que se podem originar tremôres da maior intensidade; certas áreas do nosso país estão sob a ameaça constante dessas catástrofes. Pensando no risco que correm tantas vidas e tantos valores, parece que devíamos abandonar o nosso fatalismo de meridional e, seguindo os exemplos de fóra, adoptar nas construções futuras os ensinamentos de uma dolorosa prática e estudar algumas formas de atenuar os efeitos de derrocadas prováveis, entre elas o de dotar as nossas cidades ameaçadas, duma abundante e segura distribuição de água e de todos os meios de conjurar o terrível flagelo do fogo».

Que se tem feito de então para cá?

Triste é confessá-lo, mas, que nos conste, nada; e não é sem um arrepio de horror que se pensa na triste situação em que se encontra uma cidade, das mais formosas e importantes, sobre a qual pesa como ameaça constante a espada de Damocles.

*

Como é absolutamente natural, desde os tempos mais remotos que os nossos ancestrais procuraram, como para o fenómeno vulcânico, achar uma explicação para o fenómeno sísmico; e, da mesma forma que para os vulcões, também para os sismos, essas explicações, essas teorias, são muitas e variadas.

Assim, enquanto que os gregos os atribuíam a Atlas, filho de Japet e de Glymène, e os escandinavos a Loki, como castigo do seu fratricídio, consideravam-nos os babilónios devidos aos ástros; nas Filipinas supunha-se que o calor excessivo em dias serenos era indício certo dum abalo próximo, e alguns povos con-

sideravam-nos como inevitáveis sempre que se desse algum eclipse.

Também os filósofos não estavam de acôrdo. Aristóteles, por exemplo, admitia a existência de canais no interior da terra; êstes canais seriam percorridos pelo vento que se tornava assim o motivo essencial dos sismos. Lucrécio considerava como responsáveis pelos tremôres de terra, não os canais percorridos pelo vento, mas mares interiores cujas correntes e tempestades fariam tremer a crusta.

O estudo metódico dos sismos, remonta porém a Mallet, que desde 1846 insistia sobre a necessidade de monografias regionais dos grandes sismos, baseadas em observações sistemáticas. Uma das primeiras observações que se apresenta ao espírito é a observação sobre o terreno, pelos efeitos causados nas construções, no solo, nas fontes, etc. Destas observações nasceu imediatamente o desejo de confronto, de se compararem os efeitos dêste tremôr com os de aquêle outro; daí a necessidade imperiosa da existência de escalas às quais, ou melhor, aos diferentes graus das quais, se possa referir a intensidade dos sismos (1).

Num mapa podem-se seguidamente traçar linhas—isositas—que unam os pontos em que a intensidade foi a mesma e delimitar a região em que os efeitos foram máximos; verifica-se que esta região está cercada por zonas concêntricas sucessivas que, regra geral, não são círculos concêntricos em tórno dum

(1) A aplicação das escalas sísmicas apresenta o grande inconveniente de depender até certo ponto da impressionabilidade do observador, e não é virgem o caso de um dado indivíduo atribuir, pelo nervosismo do momento, uma intensidade ao tremôr de terra, maior do que aquela que êle de facto teve.

ponto, mas antes elipses alongadas, o que parece indicar que os tremôres não tem origem num simples ponto, mas numa área mais ou menos extensa. Esta área, situada a uma profundidade nunca muito elevada, chama-se a *região focal*, à qual corresponde à superfície a região *epicentral*; à região antípoda desta chamou Turner região *hipocentral*.

O traçado das isosistas tem dado lugar a investigações curiosas sobre a natureza do terreno e parece fornecer dados valiosos sobre a profundidade a que se encontra a região focal, que, na opinião de D. Vicente Inglada, seria inferior às oitenta e oito centésimas do raio da segunda isosista e maior que metade do semi-diâmetro da primeira.

Permite-nos ainda o exame das isosistas estudar a distribuição geográfica dos tremôres de terra, verificando-se que a energia sísmica se concentra em regiões montanhosas, geologicamente novas e naquêles pontos, como sucede ao longo do Pacifico, em que os declives do planalto continental são mais abruptos. Segundo o eminente professor Dr. Ferraz de Carvalho no nosso território encontram-se as seguintes regiões sísmicas: (1)

- a) parte portuguesa da sub-metá setentrional;
- b) parte portuguesa da sub-metá meridional.
- c) orla mesozoica ocidental;
- d) orla mesozoica meridional.
- e) bacias terciarias o Tejo e Sado;
- f) depressão do fundo marinho que se alarga a S. W. de Lisbôa (2).

O traçado das isosistas carece

evidentemente dum grande número de dados. Para a obtenção destes, enviou em 1926, o *Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra*, alguns milhares de boletins, para diferentes pontos do país. Infelizmente, poucas foram as pessoas que compreenderam o alcance desta medida, visto só um reduzido número dêles ter sido devolvido ao referido Instituto, devidamente preenchido.

Transcrevemos seguidamente um desses boletins, dada a grande conveniência que existe na sua divulgação:

INSTITUTO GEOFÍSICO

DA

Universidade de Coimbra

Cumeada—COIMBRA

Secção de sismologia

O possuidor deste boletim deverá preenchê-lo, sempre que um abalo de terra se dê e seja por êle observado ou dêle tenha informes, indicando, segundo a escala sísmica Rossi-Forel, transcrita mais abaixo, o grau de intensidade do tremor, mencionando igualmente a hora provável e a sua possível direcção e dirigindo em seguida a êste Instituto, para a secção de sismologia, o respectivo boletim já preenchido.

Escala Rossi-Forel

1.º grau.— *Movimento que não é registado por toda a classe de sismógrafos. Sentido por alguns observadores em condições excepcionais;*

2.º grau.— *Registado por todos os aparelhos sismográficos. O movimento é reconhecido por pequeno número de pessoas em repouso;*

3.º grau.— *Vibração sentida por várias pessoas em repouso, sendo perceptíveis a duração e a direcção do movimento;*

4.º grau.— *Vibrações notadas*

(1) Ob. citada, pag. 45.

(2) Foi nesta última região que tiveram os seus epicentros os tremôres de 1531 e 1755.

por pessoas em actividade. Movimento dos objectos móveis, portas e janelas. Estalidos dos sobrados;

5.º grau.—Vibrações sentidas por tôda a gente, movimento de móveis, camas. Toque de campainhas;

6.º grau.—Acordam as pessoas que dormem. Oscilação de lustres, paragem das pêndulas e relógios de parede e movimento sensível das árvores. Algumas pessoas assustadas, saem de casa;

7.º grau.—Queda dos objectos móveis, queda do reboco e do estuque das paredes e tectos, paragem dos relógios das tôrres, pânico geral;

8.º grau.—Queda de chaminés, fendas nas paredes;

9.º grau.—Ruína parcial ou total de alguns edificios;

10.º grau.—Desabamentos e ruínas; deformação de camadas terrestres superiores; aberturas de fendas, produção de falhas; desabamentos nas montanhas.

Data do abalo—Dia, Mês, Ano.

Em que gráu desta escala classifica o tremor?

Hora local a que teve início?

Direcção do abalo?

O observador estava ao ar livre?

No interior da localidade?

Em planície?

Em região elevada?

Estava em casa?

Em que andar?

Ouviu ruídos sísmicos?

Nome do Observador.

Localidade.

Como se pode verificar, num dos quesitos, pergunta-se se o observador ouviu ruídos sísmicos.

Efectivamente os tremôres de terra são quasi sempre precedidos, acompanhados ou seguidos de ruídos subterrâneos, que muitas vezes passam despercebidos, devido quer a insuficiência da acuidade auditiva do observador, quer ao amortecimento, pelo solo, das vibrações correspondentes.

Para a sua comparação criou Davison uma escala de cinco termos em que êles são comparados ao rodar de carros, ao rebombar do trovão, a desmoronamentos, a tiros de peça, etc.

(Continua).

J. Martins Godinho.

Representantes de "A Terra,,

Portugal:

- Porto — Oscar Saturnino, Observador Chefe do Observatorio da Serra do Pilar.
Viseu — Dr. José Moniz, Professor do Liceu.
Guarda — Dr. Pedro Tavares, Professor do Liceu.
Aveiro — Dr. Alvaro Sampaio, Professor do Liceu.
Santarem — Dr. José de Vera Cruz Pestana, Professor do Liceu.
Leiria — Dr. Mário de Alcantara, Professor do Liceu.
Lisboa — Dr. Adriano Gonçalves da Cunha, Assistente da Faculdade de Ciências e Investigador do Instituto Rocha Cabral.
Setubal — Dr. Antonio Bandeira, Professor do Liceu.

Açôres:

- Representante Geral — Major José Agostinho, Director do Serviço Meteorológico dos Açores.

Espanha:

- Representante Geral — Don Alfonso Rey Pastor, Director da «Estacion Central Sismologica de Toledo».

México:

- Representante Geral — Don Leopoldo Salazar Salinas, Director do Instituto de Geologia de México.

Os artigos publicados são de inteira responsabilidade dos seus autores.

Os originais quer sejam ou não publicados, não se restituem.

Na distribuição das diferentes secções, será observada a ordem alfabética e dentro de cada secção, os estudos publicados distribuem-se segundo a ordem alfabética dos seus auctores.

VISADO PELA COMISSÃO DE CENSURA

